

Der Organismus der Phronimiden.

Von

Dr. C. Claus.

Mit Tafel I bis VIII.

Wenn wir den reichen Inhalt der vielgestaltigen Hyperinen systematisch zu ordnen, die zahlreichen Gattungen und Arten derselben in natürliche Gruppen zu bringen versuchen, so werden wir immer noch am besten nach dem Vorgange von Milne Edwards verfahren und die merkwürdigen, durch den ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus sowie durch die zickzackförmig zusammengelegten Antennen des Männchens ausgezeichneten Typhiden oder Platysceliden (*Hyperines anormales*) den Hyperinen mit normal gebildeten Antennen gegenüberstellen.

Im Kreise der erstern werden wir die Familien¹⁾ der Typhiden, Sceliden, Pronoiden, Lycaeiden und Oxycephaliden, innerhalb der letztern die Familien der Phronimiden Hyperiden und Vibiliden unterscheiden. Im letztern Kreise sind die Vibiliden leicht an der Gammariden ähnlichen Körperform, der geringen Grösse des Kopfes und der Augen, sowie an den kurzen kolbig angeschwollenen Vorderantennen zu erkennen, während sich die grossköpfigen Hyperiden und Phronimiden minder leicht in scharfer Grenzlinie abheben. Während Dana zur Charakterisirung der letztern vornehmlich die Gestaltung der Thoracalbeine des 5. und 6. Paares berücksichtigte, welche bei den Hyperiden nicht auffällig vergrössert und von dem nachfolgenden Extremitätenpaare nicht wesentlich verschieden sind, bei den Phronimiden dagegen durch ihre bedeutende Stärke oder Länge, sowie durch die Umgestaltung zu Greiforganen hervortreten, hat neuerdings Spence-Bate mit vollem Recht auf die Bildung der

¹⁾ Nach eingehenden noch nicht veröffentlichten Untersuchungen des Verf.

Antennen einen grössern Werth gelegt, aber auch noch die Bewaffnung des 5. Beinpaares mit einer Greifzange als Charakter der Phronimiden verwerthet. Indessen besitzt dieser letztere Charakter keine grössere Bedeutung, da es Phronimiden ohne Greifzange am 5. Beinpaare gibt und an Uebergangsformen sämtliche Beinpaare nach Art der Hyperiden gestaltet sein können (Paraphronima). Mit grösserem Rechte würde man im Allgemeinen die kräftigere Entwicklung einzelner Beinpaare, sowie das Auftreten von Greifzangen am Ende derselben, zugleich aber auch die Gestaltung des Magendarms als Merkmal der Phronimiden hervorheben können.

Bezüglich der in erster Linie verwerthbaren Antennenform ist zu bemerken, dass Spence-Bate die Männchen der Phronimiden nicht genügend zu berücksichtigen vermochte, da ihm solche nur von der Gattung *Anchylomera* bekannt waren. Daher beschränkte er sich denn auf die den Antennen entlehnte Charakterisirung der Phronimiden, auf die Angabe „Inferior antennae obsolete, in one sex at least“, während er für die Hyperiden beide Antennen ¹⁾ — wenn auch nicht erschöpfend — für beide Geschlechter berücksichtigte.

Es würden sich unter Bezugnahme auf die hervorgehobenen Gesichtspunkte beide Familien etwa in folgender Weise charakterisiren lassen.

Hyperidae. Kopf von bedeutender Grösse, mehr oder minder kuglig gewölbt, mit grossem, fast über die ganze Kopffläche ausgedehntem Augenpaare. Die Antennen in beiden Geschlechtern mit mehrgliedrigem Schaft, beim Weibchen ohne oder mit rudimentärer, beim Männchen mit langer, vielgliedriger Geissel. Gnathopoden häufig mit schwacher Greifhand bewaffnet, die übrigen Thoracalbeine enden mit einfacher Klaue und sind einander ähnlich gestaltet (*Hyperia*), die des fünften (*Themisto*) und sechsten Paares (*Cylopus*, *Cystosoma*) sind zuweilen bedeutend verlängert, die des siebenten oder letzten Paares ausnahmsweise (*Cylopus*) rudimentär.

Phronimidae. Kopf von bedeutender Grösse, meist mit stark prominirender Schnauze und getheiltem, fast über die gesammte Oberfläche des Kopfes ausgedehntem Augenpaare. Die Vorderantennen mit mehrgliedrigem Schaft, beim Weibchen kurz und ohne Geissel, beim Männchen lang mit vielgliedriger Geissel.

¹⁾ „The superior antennae are formed with a distinct peduncle and flagellum; the former consists of three joints, the latter is variable. The inferior antennae consists of a peduncle and flagellum.“

Die Antennen des zweiten Paares beim Männchen denen der Hyperiden ähnlich, beim Weibchen auf das mit dem Kopffintegument verschmolzene Coxalglied mit der Antennendrüse reducirt. Die Thoracalbeine theilweise (vornehmlich das 5. Paar), mit kräftiger Greifzange bewaffnet, oft von verschiedener Form und Grösse. Am Magendarm fehlen langgestreckte nach hinten gerichtete Leberschläuche.

Bereits Dana theilte die Phronimiden in mehrere Unterfamilien, von denen nach Ausschluss der zu den Typhiden zu stellenden Phorcinen, die Subfamilien der Phroniminae und Phrosininae im Anschluss an Spence-Bate aufrecht zu erhalten und in folgender Weise zu charakterisiren sein dürften.

1. Phrosininae. Körperform breit und gedrunen. Die drei hintern Pleopodenpaare (Uropoden) breitblättrig, mit flossenförmigen Aesten. Ausser dem mächtig entwickelten fünften Beinpaare der Brust (*Primno Guér*), sind meist auch das dritte und vierte (*Anchylomera* Edw. = *Hieraconyx Guér*), sowie das sechste (*Phrosina* Risso = *Dactylocera* Latr.) Beinpaar mit mächtiger Greifhand bewaffnet.

2. Phroniminae. Körper schlank und gestreckt, mit langgezogenem hintern Thoracalsegment. Die drei hintern Pleopodenpaare stilförmig verlängert, mit schmalen lanzetförmigen Aesten. Thoracalbeine überaus verschieden, die des fünften Paares oft mit dicker oder mehr langgestreckter (zusammengesetzter) Greifzange bewaffnet.

So lange *Phronima* die einzig bekannte Gattung der Unterfamilie war, konnte die von Dana in den Vordergrund gestellte Gestaltung des fünften Beinpaares zur Charakterisirung derselben Verwerthung finden. Als aber später als zweite Gattung *Phronimella* bekannt ward, zeigte es sich, dass der Charakter der didaktylen Scheerenhand am Ende jener Gliedmasse lediglich als Gattungsmerkmal für *Phronima* Bedeutung habe. Und nun nachdem ich in der mediterranen und atlantischen Fauna abermals neue Phronimidengattungen aufgefunden habe, ergibt sich eine noch grössere Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Thoracalbeine innerhalb dieser Unterfamilie, während die Antennen und Uropoden relativ constante Formverhältnisse bewahren. Auch für die zwei neuen Gattungen *Paraphronima* und *Phronimopsis*, sowie für die Phrosinidengattungen *Phrosina* und *Primno* habe ich inzwischen die Männchen aufgefunden, sowie über den inneren Bau derselben eine Reihe von Beobachtungen gemacht, durch welche unsere

Kenntniss vom Organismus der Phronimiden eine nicht unwesentliche Bereicherung erfahren dürfte.

Bevor ich zur Besprechung der Organisation übergehe, scheint es zweckmässig, die neuen Formen, welche ich im Laufe dieses Frühjahrs in Messina entdeckte, im Anschluss an die bekannten Gattungen *Phronima* und *Phronimella* zu beschreiben und zum besseren Vergleiche die Diagnosen der beiden bekannten Gattungen voranzuschicken.

Phronima Latr.

Körper gestreckt, mit stark verjüngtem und langgezogenem Endsegment der Brust, mit drei Paar wohlentwickelter stilförmiger Uropoden. Kopf kurz, aber hoch mit sehr verlängerter Scheitelmundachse. Vorderantennen des Weibchens zweigliedrig. Basalglied des hintern Antennenpaares im weiblichen Geschlecht kuglig gewölbt und mit kurzer Borste besetzt. Die Mandibeltaster fehlen auch dem Männchen. Unterlippe (Maxillarfusspaar) stark comprimirt, mit lanzetförmig zugespitzten Laden und conischer Zunge. Die beiden Gnathopodenpaare¹⁾ schwächig, mit schwacher zusammengesetzter Greifhand, fünftes Beinpaar mit mächtiger (zusammengesetzter) Scheerenhand bewaffnet. Drei Paare von Kiemenschläuchen am 4., 5. u 6. Thoracalsegment.

Die als *Phr. sedentaria* Forsk., *custos* Risso, *Atlantica* Guér und *White* (*Borneensis*) unterschiedenen Arten scheinen nur nach Oertlichkeit, Alter und Grösse abweichende Zustände derselben Art zu sein. Das Weibchen lebt mit seiner Brut in glashellen Tönnchen (ausgefressenen Pyrosomen). Das Männchen wurde bislang nur freischwimmend (Mittelmeer) angetroffen.

Phronimella Cls.

Körper sehr gestreckt, überaus pellucid, mit nur 2 Paar stilförmiger Uropoden. Kopf kurz, mit hohem, gewölbtem Scheitel, Scheitelmundachse sehr verlängert. Die zwei vordern Brustsegmente ohne Grenzen verschmolzen. Mandibeltaster fehlen auch dem Männchen. Zunge der Unterlippe (Maxillarfusspaar) auf einen warzenförmigen Höcker reducirt. Die beiden Gnathopodenpaare schwäch-

¹⁾ Die Beinpaare der beiden vordern Brustsegmente.

tig mit schwacher (zusammengesetzter) Greifhand. Das dritte Beinpaar etwas weniger, das vierte stark verlängert. Das fünfte Beinpaar endet mit sehr langgestreckter (zusammengesetzter) Greifhand. Drei Paare von Kiemenschläuchen am 4., 5. und 6. Brustringe.

Die einzige bislang bekannte Art, *Ph. elongata*, ist in dem atlantischen Ocean und im Mittelmeer gefunden worden, und scheint in beiden Geschlechtern frei umherzuschwimmen.

Phronimopsis n. g. (Fig. 1—3).

Körper zoëaähnlich, mit gedrungenem, fast kugligem Vorderleib, schmalem, langgestrecktem Abdomen und 3 Paar langer stilförmiger Uropoden. Kopf kurz und hoch. Die beiden vordern Brustsegmente ohne Grenzen verschmolzen. Vorderantennen des Weibchens zweigliedrig, relativ lang, hintere Antennen mit Stachel. Das Männchen mit dreigliedrigem Mandibeltaster. Zweites Gnathopodenpaar dick und stark, mit vollkommener Scheere bewaffnet. Die fünf nachfolgenden Beinpaare des Thorax dünn und langgestreckt, sämtlich mit schwacher langgezogener Greifhand endigend. Die Uropodenäste schmal und griffelförmig, fast so lang als das stilförmig gestreckte Basalglied.

Von dieser höchst bizarr gestalteten Phronimidengattung kenne ich nur eine einzige mediterrane Art in beiden Geschlechtern. Männchen und Weibchen sind nahe gleichgross, etwa $2\frac{1}{2}$ Mm. lang und ähneln einer Zoëalarve so auffallend, dass man sich mit einiger Phantasie eine Mimikry beider Typen vorstellen könnte. Dem fast kugligen gedrungenen Vorderleib schliesst sich ein schmales, langgestrecktes Abdomen an, welches während der Schwimmbewegung hin und wieder nach der Bauchseite umgeschlagen wird. Dazu kommen noch die Stachelfortsätze an dem Basalstück beider Antennenpaare, welche als Merkmale der Species gelten können. Die Vorderantennen des Weibchens sind nur zweigliedrig wie bei *Phronima*, zeichnen sich jedoch durch die Länge des dünnen die Riechborsten tragenden Endgliedes aus. Am zweiten Antennenpaare, das beim Weibchen auf das Basalglied reducirt ist, tritt unterhalb des langen Stachels ein zapfenförmiger Fortsatz mit der Oeffnung der gewundenen Drüse hervor. Im männlichen Geschlecht tragen beide Antennen auf mächtigem

mehrgliedrigen Schaft eine lange vielgliedrige Geißel, die jedoch an dem einzigen mir zu Gebote stehenden Exemplar noch nicht das volle Mass der Gliederung erreicht haben möchte (Taf. I, Fig. 3). Auch die Oberlippe läuft an ihrer obern Grenze in einen spitzen Stachelfortsatz aus (Fig. 3 OL). Die Mandibel trägt im männlichen Geschlecht einen dreigliedrigen, am vorliegenden Exemplar wohl auch noch nicht vollkommen ausgebildeten Taster. (MdT).

Charakteristisch ist die Gestaltung der kräftigen Gnathopoden, von denen das vordere Paar mit behaartem Klauenglied endet, während das zweite Paar mit einer umfangreichen Scheere und unterhalb derselben mit einem stabförmigen Ausläufer des vorausgehenden Gliedes bewaffnet ist.

Das dritte und vierte Beinpaar sind verhältnissmässig dünn und kurz und zeichnen sich durch drei Dornen am Innenrand des Carpalgliedes aus. Sie enden ebenso wie die drei nachfolgenden viel längern Beinpaare mit langgestreckter zangenförmiger Greifhand. Auffallend gestreckt ist dieselbe am letzten Beinpaare der Brust, welches auch in Stachelfortsätzen am Ende des Femoralgliedes und des darauf folgenden knieförmigen Abschnittes eine charakteristische Auszeichnung besitzt.

Das Abdomen, welches dem vorausgehenden Vorderleib an Länge mindestens gleichkommt, endet mit drei stilförmig verlängerten Uropodenpaaren, deren Aeste griffelförmig ausgezogen sind und fast die Länge der Stilglieder erreichen.

Als Merkmale der einzigen mir bekannt gewordenen als *Ph. spinifer* benannten Art, von der ich leider nur ein Exemplar männliches und ein weibliches in Messina auffand, hebe ich die zahlreichen rothbraunen sternförmigen Pigmentflecken an den Seiten der Brustsegmente, die Stachelfortsätze der Antennen und Oberlippe und die winklige Krümmung des Femoralgliedes beider Gnathopodenpaare hervor.

Paraphronima n. g. (Vergl. Fig. 4—10.)

Körper ziemlich stark comprimirt, mässig gestreckt, mit nur schwach verjüngtem, wenig verlängertem Endsegment der Brust, mit 3 Paar stilförmiger Uropoden. Kopf sehr umfangreich, in Seitensicht fast quadratisch, mit gewölbtem Scheitel. Vorderantennen des Weibchens viergliedrig, mit kurzen Zwischengliedern. Hinterantenne des Weibchens rudimentär, griffelförmig. Mandibeltaster fehlen auch dem Männchen. Laden der Unterlippe (Maxillar-

fusspaar) breit, lamellös. Das vordere Gnathopodenpaar endet mit schwach ausgeprägter (doppelt zusammengesetzter) Greifhand und bleibt ebenso wie das zweite Gnathopodenpaar kurz. Die nachfolgenden Beine gestreckt und wie bei *Hyperia* untereinander gleich gebildet. Vier Paare von Kiemenschläuchen am 3. bis 6. Bruststränge.

Von dieser neuen Gattung sind mir zwei Arten bekannt geworden. Die eine *P. gracilis* n. sp. (Fig. 4) in einem ausgebildeten Weibchen von 8 Mm. Länge aus dem atlantischen Ocean, die andere *P. crassipes* in einem noch jugendlichen Weibchen von 7 Mm. Länge (Fig. 10) aus dem Mittelmeer. Von der letztern Art aber habe ich auch unter Weingeistexemplaren atlantischer Phronimiden das Weibchen und ein junges Männchen von 5 Mm. Länge (Fig. 6) aufgefunden.

Vornehmlich wird der Habitus der Körperform durch den mächtigen, in seitlicher Lage beinahe quadratisch erscheinenden Kopf bestimmt, dessen vorn abgerundete Scheitelfläche von dem Scheitelauge vollständig eingenommen wird. Auffallend erscheint sowohl am Scheitelauge wie am Wangenaugende weite Abstand der Krystallkegel, welche fast in parallelen Reihen angeordnet sind. Die Antennen des Weibchens wiederholen im Allgemeinen die Form der entsprechenden Gliedmassen von *Phronima*. zeigen jedoch die beiden Zwischenglieder gesondert, welche dort wenigstens im weiblichen Geschlecht nicht zur Abgrenzung kommen. Das jugendliche Männchen (*P. crassipes*) trägt kurze, mächtig angeschwollene Vorderantennen, welche, von ihrem grössern Umfang abgesehen, mit den weiblichen noch auf gleicher Stufe der Gliederung stehen (vergl. die Entwicklung der Vorderantennen des *Phronima*-Männchens), während die hintern Antennen auf viergliedrigem Schaft eine lange Geisselanlage tragen, die jedoch auch noch der Gliederung entbehrt. Besonders bemerkenswerth sind die kurzen griffelförmigen hintern Antennen im weiblichen Geschlecht. An den schnauzenförmig prominirenden Mundwerkzeugen treten vornehmlich die breiten lamellosen Seitenlappen der Unterlippe (des verschmolzenen Maxillarfusspaares) als charakteristische Unterschiede von *Phronima* und *Phronimella* hervor. Die Mandibeln des Männchens bleiben auch bei *Paraphronima* tasterlos.

Von den Gliedmassen der Brust sind die beiden vordern Paare, welche ich wegen ihrer häufigen Beziehung zur Nahrungsaufnahme mit Spence Bate als Gnathopoden bezeichne, schwach

und bedeutend verkürzt. Nur das vordere Paar besitzt an dem kurzen verbreiterten Tibial- (Fig. 7 [4]) und Carpalglied (Fig. 7 [5]) mit Dornen besetzte Vorsprünge nach Art einer schwachen Greifhand, während die gleichwerthigen Abschnitte des zweiten Gnathopodenpaares derselben entbehren (Fig. 8). Die nachfolgenden viel stärkern Beinpaare der Brust stimmen unter einander in Form und Bau überein und endigen sämmtlich mit starker Klau (Fig. 9), jedoch ohne eine Scheerenhand zu bilden. Das Abdomen ist langgestreckt und von mächtigem Umfange. Die vordern Segmente besitzen stark vortretende Seitenflügel. Am hintern verkürzten Abschnitte entspringen wie bei *Phronima* drei stilförmig verlängerte Uropodenpaare, von denen das letzte Paar am meisten prominirt. Die beiden Endäste, welche dem langen Mitgliede aufsitzen, sind kurze breitlanzettförmige Blätter mit gezähneltem Rand. Nur an einem kurzen und schmalen Aste des vordern Uropodenpaares fehlt dem Rande die Zähnelung. Die vordern Abdominalsegmente, welche das mittlere und hintere Uropodenpaar tragen, sind wie bei *Phronima* und bei sämmtlichen Hyperiden unter einander verschmolzen. Ein ganz kurzes zugespitztes Telson beschliesst das Abdomen.

Die beiden Arten unterscheiden sich vornehmlich durch die Grösse des Kopfes, welche bei *P. gracilis* viel bedeutender ist, sodann durch die Form der Thoracalbeine, die bei der auch im Mittelmeer auftretenden *P. crassipes* eine viel kräftigere und gedrungene ist. Offenbar bildet *Paraphronima* den Uebergang der *Phronimiden* zu den *Hyperiden*. In der That wird man vielleicht mit noch grösserem Rechte, zumal mit Berücksichtigung der schlauchförmigen am lebenden Thiere von mir leider nicht näher beachteten Leberanhänge des Darmes, die Aufnahme dieser Gattung unter den *Hyperiden* befürworten können.

Körperbau und Organisation der *Phronimiden*.

Sowohl durch den Vergleich der oben beschriebenen neuen *Phronimiden* mit den bisher bekannten Arten der Gattungen *Phronima* und *Phronimella* als durch eine nochmalige bei dieser Gelegenheit angestellte Untersuchung über die Organisation der letztern im lebenden Zustande gelangte ich zu Ergebnissen, welche unsere seitherige Kenntniss vom Organismus der *Phronimiden* und *Hyperiden* überhaupt in einigen nicht unwesentlichen Punkten vervollständigen.

Zu einer völlig erschöpfenden Behandlung des äussern und innern Baues dieser Crustaceengruppe reichen freilich die Ergebnisse meiner Beobachtungen keineswegs aus, ich beschränke mich daher unter Bezugnahme auf das bisher bekannt Gewordene und insbesondere auf meine frühern Beiträge zur Kenntniss der Phronimiden eine ergänzende Darstellung folgen zu lassen, in der ich den allgemeinen Körperbau und die Bildung des Integuments als hinreichend bekannt voraussetzen darf.

Gliedmassen.

Um den Bau und die Gliederung der Vorderantennen richtig zu verstehen, haben wir nicht nur die Jugendformen und die spätern, von einander verschiedenen Zustände beider Geschlechter, sondern die auch in andern Hyperidenfamilien auftretenden Antennenformen zu berücksichtigen. Es wird alsdann klar, dass wir vor einem einfachen cylindrischen Segmentanhang ausgehen müssen, welcher sich schon frühzeitig am Embryo in zwei Glieder sondert. An ganz jungen Phronimalarven, deren Brustbeine noch überaus gleichmässig gestaltet sind, unterscheidet man schon im Endglied der cylindrischen Antenne den Zellenhaufen, welcher sich zu einem kleinen Ganglion differenzirt und findet an der abgerundeten Spitze eine Borste und einen Riechfaden. Später tritt noch ein zweiter Riechfaden, und wenn das Endglied eine merkliche Verlängerung erfahren hat, ein dritter und vierter hinzu. Nunmehr ist das terminale Ganglion des Antennennerven, welches die vier Riechfäden innervirt, deutlich als solches erkennbar. Erst von diesem Stadium an, welches, wie es scheint, allen Hyperiden gemeinsam ist, gestaltet sich die Fortentwicklung in beiden Geschlechtern verschieden. Bei den jugendlichen Weibchen verlängert sich das Endglied noch beträchtlich und erzeugt unterhalb der terminalen Riechfädengruppe paarweise geordnet eine Anzahl neuer Riechfäden, während bei vielen andern Hyperiden an der Basis dieses Abschnitts noch ein oder zwei kurze Zwischenglieder und am Ende ein Geisselrudiment (Platyseeliden, Hyperiden) zur Sonderung gelangt. Bei dem jungen Männchen wird das Endglied viel dicker und bauchig aufgetrieben, die Gruppe der Riechfäden verliert bald ihre terminale Lage, indem die Vorderseite des Gliedes zapfenförmig über jene hinauswächst. Später sondern sich an der Basis des keulenförmig aufgetriebenen Gliedes zwei kurze Zwischenglieder, und auch das zapfenförmige Endstück beginnt als Anlage der Geissel sich zu gliedern. (Vergl. Nr. 12, Fig. 6 und 7.) An dem ausgebildeten Männchen endlich, welches

bei *Phronima* und allen *Phronimiden* eine vielgliedrige lange Geißel trägt, hat die Vorderfläche des bedeutend vergrößerten Schaftgliedes einen dichten buschigen Besatz langer haarförmiger Riechfäden gewonnen, welche auf regelmässigen Querreihen von Porenringen der Antennenfläche aufsitzen. Dieser dichte Wald von langen Spürhaaren an dem mächtig verdickten Schaftglied ist im Vergleich mit der weiblichen Antenne eine Neubildung und eine Auszeichnung sämmtlicher *Hyperinen*, auch der *Platysceliden*, deren Antennengeißel sich auf ein zweigliedriges Rudiment reducirt. Was die zarten schlauchförmigen, als Riechfäden in Anspruch genommenen Cuticulargebilde anbetrifft, so entsprechen dieselben genau den bekannten, von *Leydig* „Riechzapfen“ genannten Gebilden der *Gammariden*, welche in fast allen *Crustaceengruppen* in sehr ähnlicher Gestalt wiederkehren. Wie diese bestehen dieselben aus einem kurzen dunkelrandigen Stiel, welcher sich auf dem *Porus* der *Cuticula* erhebt, und aus dem blassen Schlauch, dessen Spitze mit einem glänzenden, hier und da ringförmigen, wie durchbohrten Knöpfchen endet. Der blasse, im Leben zartstreifige, nach dem Tode gerinnende und mit *Vacuolen* erfüllte Inhalt düfte, wie ich schon vor vielen Jahren für die Riechfäden der *Copepoden*¹⁾ zu zeigen versuchte, nervöser Natur und als Endausstrahlung der eintretenden Nerven aufzufassen sein. Auch bei den *Phronimiden* ist es nicht schwer, die aus dem *Ganglion* zu den einzelnen Anhängen herantretenden Nervenfibrillen zu verfolgen, indessen wird hier die Schärfe des Bildes durch die dicht gestellten subcuticularen Matrixzellen wesentlich beeinträchtigt. Daher wird es nicht möglich, das Verhältniss der Matrixelemente zu den Nervenfasern und deren *Ganglienzellen* etwa in ähnlich präciser Weise klar zu legen, wie solches an den *Tastborsten* der *Daphniden*²⁾ und

¹⁾ Vergl. C. Claus, Die frei lebenden *Copepoden*. Leipzig 1863, pag. 52–55.

²⁾ Vergl. C. Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und system. Stellung der *Arguliden*. Leipzig 1875, pg. 25, Taf. 18, Fig. 51 und 52. Wenn neuerdings *Leydig* in einer Schrift über *Amphipoden* und *Isopoden* (*Zeitschrift für wiss. zool.* Tom. XXX Supplementbd. pag. 230) bezüglich dieses von mir bei *Sida* und *Branchipus* nachgewiesenen Verhältnisses die Bemerkung macht: „Auch will ja Claus bei andern *Crustaceen* einen nervösen Achsenfaden zwischen den Matrixzellen hindurch in die Borsten verfolgen. So lange freilich ein zur Borste tretender Nerv nicht zu erkennen ist, mag es sich um eine fadige Verlängerung protoplasmatischer Substanz handeln, welche von den Zellen der Matrix aus sich in den Canal der Borste erhebt. Ich verweise zur Erläuterung auf die Fig. 11 der Tafel I meiner Schrift über die *Daphniden*“, so beweist der genannte Forscher nur, dass er anstatt

Phyllopoden ohne grosse Schwierigkeit ausführbar ist. Aehnlich wie hier die Achsensubstanz der Borste als Ausläufer der von Ganglienzellen kommenden Nervenfasern erscheint, welche am Grunde der Borste zwischen deren Matrixzellen hindurch in die Achse der Borste eintreten, wird auch der centrale feinstreifige Inhalt des schlauchförmigen Riechfadens als Endausstrahlung der herantretenden Nervenfasern zu deuten sein.

Die in dichtgestelltem Büschel entspringenden Spürfäden der männlichen Phronimiden unterscheiden sich von den spärlichen Anhängen an der Antenne des weiblichen Thieres durch ihre viel bedeutendere Länge, sowie schmale haarförmige Gestalt und treten erst mit der vollen Reife des geschlechtlich entwickelten Thieres an der Vorderfläche des grossen Schaftgliedes hervor, während bis dahin ausschliesslich die spärlichen, an der hintern Fläche entspringenden schlauchförmigen Anhänge als Spürorgane fungiren. Diese stimmen nach Grösse und Form so ziemlich mit den breitem und kurzen Riechfäden des Weibchens überein, ebenso einige wenige kurze Schläuche, welche an den unmittelbar nachfolgenden Gliedern der Geissel entspringen können, an welcher jedoch immer noch eine grosse Zahl blasser fadenförmiger Anhänge von winziger Grösse sich erheben. Junge Männchen¹⁾, wenn auch mit langer, hornförmig gebogener und selbst schon gegliederter Antennen-geissel, entbehren des Büschels der haarförmigen Spüranhänge

die betreffende Stelle auf pag. 24 und 25 meiner Argulidenschrift zu lesen, sowie die Fig. 51 auf Taf. XVIII derselben sich näher anzusehen, lediglich sein älteres Daphnidenwerk, dessen Fig. 11 er merkwürdigerweise zum Beweise der Unsicherheit meiner Deutung heranzieht, im Auge hat. Falls er sich meine von ihm freilich citirte Arbeit, die gerade in diesem Punkte eine Correctur seiner früheren Angaben enthält, überhaupt näher angesehen hätte, so würde sich L. bei Betrachtung der Fig. 51 sofort überzeugt haben, dass der zur Borste tretende Nerv in bestimmtester Weise als solcher erkannt und dargestellt wurde und dass die fadige Verlängerung protoplasmatischer Substanz, welche von den Zellen der Matrix aus sich in den Canal der Borste erhebt, von den Nerven auf das Schärfste auseinander gehalten wurde. Leydig's Kritik passt somit nur auf seine eigenen älteren und von mir corrigirten Beobachtungen. Ebenso würde sich Leydig überzeugt haben, dass die von C. Grobden unter meiner Leitung und gerade mit Bezugnahme auf das Verhalten der Tastborsten von Sida angestellten Beobachtungen über die Tastborsten der Ptychoptera-Larve keineswegs „die Grenze bezeichnet, bis zu welcher unsere Kenntnisse über die einschlägigen Verhältnisse vorgedrungen sind“, da in diesem Falle zwar Ganglienkugeln und umgebende Matrixzellen genau auseinander gehalten sind, der Nerv aber nur bis zur Basis der Borste und nicht in die Achse derselben verfolgt werden konnte, wie dies in den Tastborsten der Phyllopoden möglich war.

¹⁾ Vergl. auch die Abbildung des jungen Männchens von Phronimella (Nr. 11, Taf. VI, Fig. 11).

noch vollständig, indem diese erst im Zustande der Geschlechtsreife hervortreten.

Die hintere Antenne hat insofern eine systematische Bedeutung für die Phronimidengruppe, als sie lediglich im männlichen Geschlechte zur vollen Ausbildung gelangt, beim Weibchen aber meist eine so bedeutende Reduction erfährt, dass man bislang den vollständigen Mangel derselben für *Phronima* und *Phronimella* angab. In der That fehlt hier sowohl der dreigliedrige Schaft als die lange vielgliedrige Geißel des Männchens, gleichwohl ist wenigstens — von dem zweigliedrigen Stummel der Gattung *Paraphronima* abgesehen — überall das Grundglied vorhanden, wenn auch mit dem Integument der Kopffläche so vollständig verwachsen, dass dasselbe nur als kuglige mit schwacher Borste (*Phronima*) oder stärkerem Dorn (*Phronimopsis*) besetzte Vorwölbung oberhalb der Kieferregion nachweisbar erscheint. Dass es sich in derselben um das Antennenrudiment handelt, ergibt sich mit Sicherheit aus dem Drüsengang, welcher die Wölbung ausfüllt und auf einem kürzeren oder längeren zapfenförmigen Vorsprung mit weitem Porus (Taf. III. Fig. 20 A" Dr.) ausmündet. Wie bei den *Gamma*riden, auf deren Antennendrüse zuerst *Leydig* in seinem bekannten Daphnidenwerk aufmerksam gemacht hat, besteht der schleifenförmige Drüsengang aus einer structurlosen Stützmembran und einem derselben anliegenden innern Epithel, dessen feinkörnige Zellen mit flacher Wölbung in das weite Lumen vorspringen und eine ausserordentliche Aehnlichkeit zwischen dem Bilde dieser Drüse und dem der Schalen-drüse veranlassen (Taf. II. Fig. 12).

Die übereinander geschlungenen Windungen der Drüse sind ebenso wie bei den übrigen *Hyperiden* nicht leicht zu entwirren und im vollen Zusammenhang zu übersehen. Indessen gelingt es an günstigen Objecten sich zu überzeugen, dass der weite Drüsengang bei *Phronima* und *Phronimella* nur zwei ganz kurze aber scharf gebogene Windungen beschreibt, welche grossentheils vom terminalen schlauchförmigen Blindsack überlagert werden (Fig. 20 A" Dr.). Derselbe hält so ziemlich die longitudinale Lage ein und endet am Vorderrande, während seine Umbiegung in den zweiten untern Schenkel der ersten Schleife der Scheitelfläche (Fig. 11, Sch. Fl.) des Kopfes zugewendet liegt. In Fig. 12 sieht man die obere Hälfte des Antennenwulstes, welche durch einen der Stirnfläche (Fr. Fl.) parallel geführten Schnitt von der untern getrennt wurde, von der durch die Windung hin-

durch gehenden Schnittfläche aus dargestellt. Man sieht in das Lumen des Endschlauches hinein, dessen Wandung durch Gruppen von Faserbündeln — ähnlich wie auch die der unteren Partien des Drüsengangs — in der Art am Integumente befestigt erscheint, dass zwischen Körper und Drüsenwand weite canalartige Blutlacunen zurückbleiben, in denen eine regelmässige Blutströmung stattfindet (Fig. 12, Bl. R.). Die zweite Umbiegung liegt an der Aussenseite des Antennenwulstes und führt in den schräg einwärts nach vorne gerichteten Endtheil des Ganges, aus welchem freilich in winkliger Umbiegung das kurze enge Ausführungsröhrchen hervorgeht.

Selbstverständlich wird man diese Drüse, welche der grünen Drüse des Flusskrebses entspricht, nicht dem in der Schale der Phyllopoden gelegenen Drüsengang gleichsetzen und, wie solches von Leydig ohne Berücksichtigung des von mir längs klargelegten Verhältnisses noch immer geschieht, schlechthin als „Schalendrüse“ bezeichnen dürfen. Dieser Name hat doch gewiss für die in der Antennenbasis gelegene Drüse keinen Sinn, sondern passt lediglich für das in die Schale gerückte Drüsenpaar der Phyllopoden, welches der Kieferregion angehört. Das der Schalendrüse entsprechende Drüsenpaar fehlt aber bei allen ausgebildeten Malacostraken vollständig und ist bislang nur während des Larvenlebens bei *Sergestes* und *Euphausia*¹⁾ nachgewiesen worden, während umgekehrt bei den Phyllopoden²⁾ und vielen anderen Entomostraken die der grünen Drüse des Flusskrebses gleichwertige Antennendrüse lediglich im Larvenzustand besteht, nachher aber vollständig rückgebildet wird.

Der Bau der Mundwerkzeuge weicht im Grossen und Ganzen nicht wesentlich von den bei den Hyperidengattungen *Hyperia* *Cylopus* etc. etc. auftretenden Verhältnissen ab. Auffallenderweise entbehren jedoch die Mandibeln mit Ausnahme von *Phronimopsis* (Taf. I, Fig. 3) im männlichen Geschlecht der dreigliedrigen Taster. Fast mandibelähnlich gestalten sich die grossen plattenförmigen Kauladen des ersten Maxillenpaares (Taf. III, Fig. 18), hinter welchem die des zweiten Paares an Umfang beträchtlich zurückstehen. Am meisten treten die Differenzen hervor, welche die Abschnitte des als Unterlippe verwendeten Maxillarfusses betreffen, so dass sich aus denselben verwerthbare Gattungsmerkmale ableiten lassen. Bald erscheinen die Seitenlappen als breite Blätter

¹⁾ Nach eigenen noch nicht publicirten Beobachtungen.

²⁾ Vergl. C. Claus, Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von *Branchipus stagnalis* und *Apus cancriformis*. Göttingen 1873.

(Paraphronima), bald als lanzetförmige, stark comprimirte Lamellen (Phronima) (Fig. 19), während die mittlere als Zunge bezeichnete Erhebung als beilförmiger, etwas gebogener Zapfen hervortritt oder auch zu einem kleinen warzenförmigen Rudiment verkümmert (Phronimella).

Es liegt nicht im Plane der Arbeit, auf die zahlreichen Details in der Gestaltung der Mundwerkzeuge näher einzugehen, welche in frühern Arbeiten für Phronima (Nr. 7, Nr. 12) und Phronimella (Nr. 10) bereits beschrieben wurden, dagegen bedürfen mehrere bisher übersehene, jedoch für das Verständniß der Kieferfunction überhaupt bedeutungsvolle Einrichtungen der Erwähnung. Dieselben betreffen erstens die Beziehung der Mandibeln und Paragnathen (wie ich das bei allen Malacostraken und ebenso auch bei den Entomostraken vorhandene Lappenpaar unterhalb der Mandibeln bezeichne) zur Herstellung eines wohl begrenzten oralen Atriums und zweitens das Auftreten von mächtigen, wahrscheinlich die Function der Speicheldrüsen unterstützenden Drüsengruppen in Maxillen und Maxillarfuss (Unterlippe). Die Verhältnisse des Atriums werden bei Besprechung des Darmcanales und der Nahrungsaufnahme dargestellt werden, und mögen hier nur insoweit berührt werden, als mit denselben die eigenthümliche Insertion der Mandibeln am Stirnrand zu den Seiten der schmalen überaus reducirten Oberlippe in Verbindung steht. Bei Phronima wie Phronimella erscheint die langgestreckte Mandibel, welche mit ihrer angeschwollenen Basis an der Wangengegend des Kopfes entspringt, in ganzer Länge dem Stirnrande angeheftet, so dass nur der äusserste Endtheil mit schräg abgestutzter messerförmiger Schneide unterhalb der rudimentären Oberlippe frei bleibt (Taf. IV, Fig. 23) und nur zu beschränkten, aber sehr kräftigen Bewegungen gegen die fest anliegende Schneide der anderseitigen Mandibel befähigt sein kann. An der innern, dem oralen Vorraum zugekehrten Mandibelfläche erhebt sich aber noch eine schräg gestellte, beilförmig vorspringende Leiste, deren freier Rand mit mehreren Reihen von zahnähnlichen Höckern und Borsten bewaffnet ist (Fig. 23, S P.). Dieselbe gehört jedoch lediglich dem vordern Abschnitt der Mandibel an und bildet gewissermassen die schräg abfallende bewegliche Seitenwand des Atriums, dessen Boden durch die Paragnathenlappen (Pg.) hergestellt wird. Dass die untere beilförmige Zahnleiste der Mandibel bei den Bewegungen der letztern zugleich als wahre Kieferplatte fungirt, scheint mir überaus wahrscheinlich. Sicher wirken als solche die kräf-

tigen und frei vorstehenden Maxillarplatten, welche mit dem zweiten Maxillenpaare und dem zu einer Art Unterlippe verschmolzenen Paare von Maxillarfüssen einen schnauzenförmig vorspringenden Apparat zum Betasten und Zerkleinern der Nahrungskörper zusammensetzen.

Die Maxillen des zweiten Paares mit ihren zwei kegelförmig zugespitzten schwachen Laden scheinen weit mehr als Tastorgane zu fungiren, während die beim Kaugeschäfte wesentlich betheiligte vordere Maxille (Fig. 18, K Dr.), sowie die Unterlippe (Fig. 19, Mf Dr.) nicht nur mechanisch, sondern zugleich durch das Secret ihrer zahlreichen rosettenförmigen Drüsengruppen, welche durch lange und enge cuticulare Ausführungsröhrchen am Rande der Kaulappen nach aussen münden, auf die Nahrungsstoffe einwirken. Diese im Basaltheil der beiden Gliedmassenpaare angehäuften Drüsen wiederholen genau den Bau der später zu beschreibenden mächtigen Speicheldrüsen, welche oberhalb und zu den Seiten des Schlundes (Fig. 17, 20, Sp Dr.) gelagert sind und stimmen in gleicher Weise mit den merkwürdigen Drüsen der Thoracalbeine (Fig. 16 und Fig. 11) überein.

An den Beinpaaren der Brust, deren besondere Gestaltung nach Gattung und Art mannigfach wechselt, fällt auf den ersten Blick die um das Coxalglied reducirte Gliederzahl auf. Es fehlen die Epimeralstücke, welche bei den Gammariiden so häufig als umfangreiche Platten an den Seiten der Brustsegmente hervorstehen. Indessen klärt sich diese Abweichung bei näherer Betrachtung und unter Hinzuziehung embryonaler und jugendlicher Stadien dahin auf, dass das Coxalglied der Anlage nach auch hier vorhanden ist, jedoch ähnlich wie das Basalglied am zweiten Antennenpaar in die Oberfläche des Segmentes gewissermassen eingezogen wird. An den beiden vordern als Hilfsorgane der Nahrungsaufnahme modificirten Beinpaaren, den Gnathopoden, ragen bei *Phronima* die betreffenden Segmentabschnitte, freilich ohne gelenkig abgesetzt zu sein, als ansehnliche coxale Fortsätze über die Oberfläche hervor. Bei *Paraphronima* trifft das gleiche sogar für sämtliche Beinpaare (Fig. 11) zu, während die entsprechenden Stücke dieser Extremitäten bei *Phronima* und *Phronimella* nur wenig an den Segmenten hervortreten. Somit erklärt sich auch die eigenthümliche Lage der Kiemensäcke, welche bei *Phronima* und *Phronimella* in beträchtlichem Abstand hinter dem vierten, fünften und sechsten Beinpaare, ebenso wie im weiblichen Geschlechte die Brutsack-Blätter hinter dem zweiten

bis fünften Paare unmittelbar an der Oberfläche des Segmentes entspringen. Da das Coxalglied mit dem Segmente verschmolzen ist, folgt sogleich der kräftige Oberschenkel ¹⁾ (femur), sodann ein kurzes Kniesegment (genu), auf dieses bei den Phronimiden das stark verkürzte, bei den meisten Gammariden jedoch langgestreckte Schienbein (Tibia), endlich der dreigliedrige, an manchen Beinen zum Greifen umgestaltete Hand- oder Fussabschnitt, dessen Stücke ich als Carpus (Tarsus), Metacarpus (Metatarsus) und Dactylus unterscheide.

Je nachdem der Carpus das Handglied repräsentirt, gegen welches der Metacarpus und Dactylus fingerähnlich beziehungsweise nach Art einer Scheere gegen einen unbeweglichen Fortsatz eingeschlagen wird, oder das Metacarpusglied als Handglied, oder auch beide, Carpus und Metacarpus, in dieser Weise Verwendung finden, ergeben sich am terminalen Gliedercomplex eine Reihe von Modificationen, die wir als zusammengesetzte, einfache oder doppelte Greifhand, beziehungsweise Scheere unterscheiden. Ein besonderes Interesse nimmt wegen seiner Umgestaltung als Greifapparat das fünfte Beinpaar in Anspruch, welches wenigstens bei Phronima und Phronimella, dort mit fast scheerenähnlicher, hier mit sehr langgestreckter, zusammengesetzter Greifhand endet. Ueber die allmälige Entwicklung dieser an Embryonen überhaupt noch mangelnden Greifeinrichtung, sowie über die abweichende Gestaltung derselben im verschiedenen Lebensalter darf ich auf frühere Arbeiten (Nr. 7, 10, 12) verweisen. Dagegen bedarf der merkwürdige Complex von Drüsenzellen, welchen ich bereits vor Jahren im Carpalglied der männlichen Phronima entdeckte, damals jedoch lediglich nach Weingeistexemplaren und daher unvollständig beschrieb, einer eingehenderen Darstellung.²⁾ Es handelt sich um grosse feinkörnige Drüsenzellen, welche oberhalb des kräftigen Adductor so ziemlich in einer Längsreihe neben einander lagern

¹⁾ Spence Bate und Westwood (Nr. 9) bezeichnen die sieben Glieder am Bein der Amphipoden als Coxa (1), Basos (2), Jschium (3), Meros (4), Carpus (5), Propodos (6), Dactylos (7). Vergl. Nr. 9.

²⁾ Inzwischen wurden diese Drüsen von P. Mayer näher untersucht und beschrieben. Vergl. Paul Mayer, Carcinologische Mittheilungen. Ueber die Drüsen in den Beinen der Phronimid-n. Mittheilungen aus der zool. Station in Neapel, Tom. I 1878. Mit den in dieser Arbeit enthaltenen Angaben stimmen die Resultate meiner grossentheils schon früher unabhängig angestellten Beobachtungen im Wesentlichen überein, nur in einigen Punkten ergeben sich bemerkenswerthe Abweichungen.

und, was mir früher entgangen war, durch eine Anzahl langer cuticularer Ausführungscanälchen in den drei vorspringenden Zähnen des Carpalrandes ausmünden. Untersucht man den Drüsencomplex unter starker Vergrößerung, so beobachtet man, dass sich die Drüsenzellen in ganz bestimmten Gruppen um den Ursprung der Ausführungscanälchen vertheilen, indem fast regelmässig zwei grosse seitliche und eine sehr kleine mittlere Zelle zu je einem ausführenden Canälchen gehören. Bei jungen Thieren finden sich stets vier solcher Drüsengruppen, von denen drei in einer Ebene linear aneinanderliegen und ihre drei Ausführungscanälchen nach den vorspringenden Zähnen entsenden. In dem distalen, später als Index der Scheere fungirenden Zahnfortsatz tritt aber regelmässig noch ein zweites Canälchen ein, zu welchem die vierte an der innern (der Medianebene des Körpers zugekehrten) Seite gelegene Drüsengruppe gehört (Taf. II, Fig. 13, 14, Ind.).

Die beiden distalen, d. h. vom einschlagbaren Finger am meisten entfernten Zellgruppen, deren Ausführungscanälchen neben einander an der Spitze des Index ausmünden, sind bei weitem am umfangreichsten, ihre Kerne erreichen eine bedeutende Grösse; umgekehrt sind die proximalen Drüsen die kleinsten und offenbar noch in weiterer Entwicklung begriffen. Auch bilden sich mit dem Wachsthum der Greifhand und der fortschreitenden Ausbildung des gezähnten Randes derselben neue Gruppen von Drüsenzellen an der Proximalseite der Drüsenreihe, so dass die Scheerenhand erwachsener Männchen vielleicht sechs bis sieben, die grosser Weibchen neun bis zehn Drüsencomplexe mit einer gleichen Zahl von Ausführungsgängen umschliesst. Ein überaus zierliches Bild bietet der Ursprung des Ausführungsganges an dem Drüsencomplex. Zahlreiche verästelte Sammelröhrchen sind im Protoplasma der beiden grossen Hauptzellen eingelagert und münden innerhalb der kleinen Zelle in den etwas aufgetriebenen Basaltheil der Hauptröhre, auf dessen Erzeugung sich wohl die Function der kleinen Centralzelle beschränkt (Fig. 16). Im weiteren Verlaufe liegen, jedoch dem Ausführungsgang noch kleine Kerne an, welche auf eine Umkleidung von Bindesubstanz zu beziehen sein möchten (Fig. 15). Offenbar wird das Secret aus dem Plasma der beiden Haupt-Drüsenzellen in dem dichten Netz feiner Sammelröhrchen aufgenommen und dem Hauptcanal zugeführt. So gut als dieser besitzen auch die feinen verästelten Sammelröhrchen der Drüsenzellen eine besonders zarte Cuticularwand und sind nicht etwa, wie P. Mayer in seinen kürzlich veröffentlichten

carcinologischen Mittheilungen darstellt, wandungslose Aushöhlungen des Plasmas. Dass die Grenzen derselben bei Zusatz von Kalispurlos verschwinden, kann nicht im entferntesten als Beweis für den Mangel einer Wand in Betracht kommen, sondern eben nur die zarte Beschaffenheit derselben darthun, welche sich sehr schön im gut conservirten Alkoholexemplare an aufgehellten Präparaten direct demonstriren lässt. Wir haben es vielmehr in diesem zarten Netze von Cuticularröhrchen mit denselben Bildungen zu thun, welche wenn auch in einfacherer Form schon seit langer Zeit an Drüsenzellen von Insecten bekannt geworden sind. Uebrigens variirt die Form und Grösse des gesammten Complexes von Drüsengruppen nach Alter und Geschlecht. Während in kleinen jugendlichen Exemplaren die wohl regelmässig in vierfacher Zahl auftretenden Drüsengruppen von einander gesondert sind und bei *Phronimella* (Fig. 15) auch im spätern Alter bleiben, erscheinen dieselben an ältern *Phronima*-weibchen zu einer länglich ovalen Masse verpackt, aus welcher die langen Ansführungscanäle der vier primären sowie der inzwischen an der Proximalseite neugebildeten Drüsengruppen hervortreten. Beim Männchen ist diese Verschmelzung minder vollständig, jedoch die Zahl der Drüsengruppen, wenn auch minder beträchtlich, vermehrt (Fig. 14). Ueber die Function des Drüsenapparates ist es schwer eine bestimmte Ansicht auszusprechen, zumal sich ganz ähnlich gestaltete Drüsengruppen nicht nur in sämtlichen Beinen, sondern auch in den Kiefern und Speicheldrüsen wiederholen. Die von P. Mayer ausgesprochene Annahme, nach welcher der Drüsensaft bei der Aushöhlung der Tönnchen die Rolle einer zersetzenden, die Gewebe auflösenden Flüssigkeit spiele, scheint mir der Beachtung werth, obwohl die nicht in Gehäusen lebenden Männchen beider Gattungen den Drüsencomplex der Greifhand in gleich umfangreichem Grade entwickelt zeigen (Fig. 14 und 15).

Wir werden später bei Besprechung der Drüsengruppen im Umkreis des Oesophagus auf die Function der Kiefer- und Beindrüsen zurückkommen.

Zum morphologischen Verständniss der mächtigen Carpaldrüse erscheint es geboten, die Carpalglieder der übrigen Brustbeine älterer und jüngerer Individuen zu vergleichen und auf Reste ähnlicher Drüsengruppen zu untersuchen. In der That findet sich auch am untern Ende des langgestreckten Carpus beider vorausgehender Beinpaare (des dritten und vierten Brustsegmentes) freilich nur eine einzige Drüsengruppe von gleichem Bau

und demgemäss wohl auch gleicher Function (Fig. 11) mehr in der Längsachse des Beingliedes. Bei *Paraphronima* erfüllen grosse drüsenähnliche Zellen die Achse des langgestreckten Carpalgliedes sämtlicher Brustfüsse (Fig. 9), freilich ohne zur spezifischen Gestaltung jener Drüsengruppen gelangt zu sein. Dem Anscheine nach sind es aber die morphologisch gleichwerthigen Elemente welche sich in diesem Falle im Innern des aus einem doppelten Blatte zusammengesetzten Septums ergeben, durch welche so der Leibesraum des Beines abgetheilt und dem entsprechend der arterielle von dem venösen Blutstrom geschieden wird. Da das Septum das ganze Bein durchsetzt, liegt es nahe, auch in andern Beingliedern nach ähnlichen Drüsenzellen, beziehungsweise Drüsengruppen zu suchen, zumal Drüsenzellen, wie ich bereits in einer früheren Arbeit mittheilte, in den Beinen der Hyperiden ausserordentlich verbreitet sind.

In der That finden sich wenigstens bei *Phronima* und *Phronimella* noch umfangreichere Drüsen in den Femoralgliedern der Thoracalbeine, mit Ausschluss des fünften Beinpaares, in welchem sie fehlen. Von diesen Drüsen gelangen im Schenkel der vier vordern Beinpaare nur eine einzige, im Schenkel des sechsten und siebenten Beinpaares zwei hintereinander liegende Gruppen zur Ausbildung. Schon an jedem Weingeistexemplar von *Phronima*, welches man unter schwacher Vergrösserung mustert, fällt sofort die dunkle Drüsenmasse auf, welche das Schenkelglied der beiden letzten Beinpaare füllt. Zum Studium weit geeigneter sind lebende, besonders jugendliche Exemplare, sowie Osmium-Carminpräparate derselben. Man überzeugt sich an solchen mittelst Glycerin oder Nelkenöl aufgehellten Präparaten, dass jede Drüsengruppe zwei Zellen mehr als in den beschriebenen des Carpalgliedes enthält, indem im Umkreis der kleinen Mittelzelle, von welcher der Ausführungsgang ausgeht, vier grosse Drüsenzellen mit einem feinen Netze von Zuleitungsröhrchen nahezu rosettenförmig gruppirt liegen. An jugendlichen Exemplaren sind die grossen Kerne der Drüsenzellen rundlich oval und ziemlich homogen. Bei ältern Individuen erfahren dieselben jedoch mit dem Wachsthum der Zelle eine fortschreitende Zerklüftung, welche an den Zerfall des Nucleus conjugirter Infusorien erinnert und die Kernsubstanz schliesslich in eine unregelmässigere Masse zusammenhängender Stränge überführt. Länger als in den hintern Beinen erhalten sich die Kerne in den Drüsengruppen der vier vordern Beinpaare unverändert. Der Lage nach entspricht die hier in einfacher Zahl

vorhandene Drüse der distalen untern oder zweiten Drüsengruppe der hintern Beinpaare, indem die der Anlage nach auch hier vorhandene obere Drüse überall frühzeitig zu Grunde geht. Dafür aber findet sich als Ersatz bei *Phronima* in dem mit dem Segmente verwachsenen Epimeralglied wenigstens des dritten und vierten Beinpaares die gleiche Drüsengruppe wieder, mit der Besonderheit, dass die beiden dem Schenkel zugewendeten Drüsenzellen ausserordentlich klein geworden sind, beziehungsweise ganz fehlen. Mit ihrem völligen Schwunde würde das normale¹⁾ Verhältniss der Drüsengruppen im Carpus des fünften Beinpaares hergestellt sein, die wir demnach lediglich als eine Vereinfachung der vierstrahligen Rosettenform zu betrachten haben. Was die Lage der Drüsen im Schenkelgliede anbelangt, so fallen dieselben in den septalen Zellenstrang hinein, welcher die ganze Länge des Gliedes quer von rechts nach links durchsetzt. Bei normaler Lage der Extremität sieht man auf die schmale Fläche des septalen Stranges und beobachtet von jeder Zellengruppe lediglich die beiden Zellen der zugewendeten Seite, während die unterliegenden der andern Seite verdeckt sind. Erst wenn man das Schenkelglied der Extremität auf die vordere oder hintere Fläche wendet und somit das Septum in der Flächenlage vor sich hat, liegen die fünf Zellen jeder Gruppe in Flächensicht vor. Man überzeugt sich dann leicht, dass die kleine Centralzelle mit dem Ausführungscanal an der Beugeseite des Knies — dem Nerven gegenüber — also an den beiden hintern Extremitäten der Hinterseite, an den übrigen der Vorderseite zugekehrt liegt. Der gesammte Verlauf jedes Ausführungscanals ist schwer zu verfolgen und es ist mehr der negative Befund einer im Schenkel oder in den zwei nächsten Gliedern gelegenen Ausmündung als der positive Nachweis, welcher mich die Ausmündung am Ende der Extremität vermuthen liess. Paul Mayer hat inzwischen in der That nachgewiesen, dass die beiden Ausführungsgänge am Klauenglied ausmünden. Durch diese morphologischen Anhaltspunkte wird jedoch die physiologische Bedeutung der merkwürdigen Beindrüsen wenig aufgeklärt.

Bei *Phronimella* habe ich die gleichen Drüsengruppen ausschliesslich in dem hintern Beinpaare des Weibchens, und viel schwächer entwickelt in den Gnathopoden des Männchens aufgefunden, womit die von Paul Mayer gemachten Beobachtungen im Wesentlichen übereinstimmen.

¹⁾ Auch im Carpus finden sich gelegentlich Drüsengruppen, welche nicht 2, sondern 3, ja selbst 4 Drüsenzellen enthalten, so dass an der Richtigkeit der von mir gegebenen Zurückführung nicht zu zweifeln ist.

Die Pleopoden der Phronimiden mit ihren zweiästigen, von langen Schwimmborsten besetzten Ruderästen zeigen keine als Familienmerkmale verwerthbaren Besonderheiten und schliessen sich auch darin den entsprechenden Gliedmassen der übrigen Hyperiden an, dass sie im männlichen Geschlechte weit umfangreicher sind als beim Weibchen und zugleich durch den Besitz einer entsprechend stärkern Musculatur die raschere Locomotion der auch in ihrer Lebensweise selbstständigern Männchen ermöglichen. Auch die Uropoden wiederholen die bekannten Verhältnisse anderer Amphipoden. Im Gegensatz zu der Phrosinidengruppe erscheinen sie bei den Phronimiden schmal, lanzetförmig, ja oft stabförmig verlängert. Das vordere Paar gehört dem vierten Abdominalsegmente an, das mittlere und das hintere Paar entspringen wie bei allen Hyperiden an einem gemeinsamen, durch Verschmelzung des fünften und sechsten Abdominalsegmentes hervorgegangenen Abschnitte. Bei *Phronimella* bleibt jedoch das vorletzte Uropodenpaar auf ein kurzes warzenförmiges Rudiment reducirt, welches sich leicht der Beobachtung entzieht, jedenfalls erst bei genauer Untersuchung als Gliedmassenstummel erkannt wird.

Darmcanal und Anhangsdrüsen.

Der Eingang in den Verdauungscanal liegt im Grunde des bereits beschriebenen oralen Vestibulums, welches dorsalwärts von den mächtigen Mandibelplatten, sowie der rudimentären Oberlippe, seitlich von den absteigenden Zahnplatten der Mandibeln, ventralwärts von den beiden, nach Art einer Unterlippe vereinigten Paragnathen begrenzt wird. Durch die letztere erscheint der Vorraum des Mundes von den nachfolgenden Kopfgliedmassen, den Maxillen mit ihren vorspringenden Kopfplatten und dem Kieferfusspaare abgesetzt. Wie auch bei anderen Hyperidengattungen bleibt die Oberlippe auffallend verkümmert und auf ein kurzes, asymmetrisch ausgebuchtetes Plättchen reducirt, dessen linke Hälfte überaus kurz ist, während die rechtseitige zungenförmig prominirt (Taf. IV, Fig. 23, 24, 25 OL.). Auch läuft die lange Sehne des oberflächlichen, unmittelbar unter dem Integumente gelegenen Lippenmuskels nicht in die mediane Ausbuchtung, sondern linksseitig in den kurzen Lippentheil aus (Fig. 26 ML.). Uebrigens entgeht das dünne rudimentäre Doppelplättchen gar leicht der Beobachtung, zumal an seiner Unterseite die grossen schneidigen Vorderkanten beider Mandibeln in einer Weise auseinanderstehen,

dass man beim ersten Blick geneigt ist, die Mandibeln für die Hälften einer winkelig ausgeschnittenen Oberlippe zu halten. In der That ist diese irrthümliche Auslegung bislang die herrschende gewesen. Die Seitenwand des Atriums wird vornehmlich durch die schräg absteigenden Zahnplatten der Mandibeln gebildet (Fig. 23 SP.). Mit grösserem Rechte als die oberen schräg horizontal liegenden Schneiden der Mandibel wird man diese abwärts gerichteten einander gegenübergestellten Platten als Kauwerkzeuge betrachten dürfen. Seitlich werden dieselben, wenn auch nur wenig, von den aufwärts gebogenen Lappen der Paragnathen überragt, welche durch eine ansehnliche, von Chitinspangen gestützte Querbrücke vereint, einer zweilappigen Unterlippe ähnlich, den Vorhof des Mundes nach unten abschliessen. Den Grund des so begrenzten Vorraumes nimmt die Mundöffnung ein und zwar als mediane Längsspalte, welche von zwei papillenförmigen Vorsprüngen (Fig. 22) an der Basis der Oberlippe bis zur Basis eines unpaaren zungenförmigen Läppchens (Hp.) an der Innenseite der labialen Querbrücke reicht. Die dicht mit Härchen und Spitzen besetzten Seitenränder der Längsspalte liegen fest geschlossen aneinander und gehen unmittelbar in die mit Reihen feiner Spitzen bekleidete Chitinhaut des oralen Vorraumes über (Fig. 21 bis 24).

Bei dem ausserordentlich geringen Umfang der Oberlippe kann es nicht auffallen, dass die in allen Crustaceengruppen wiederkehrenden Drüsengruppen der Oberlippe durch tiefer liegende, in die Kopfhöhle gerückte Drüsen ersetzt werden, welche sich oberhalb und zu den Seiten des Oesophagus ausbreiten. Der Lage nach haben wir es unzweifelhaft mit Speicheldrüsen zu thun, deren besondere Wirkung freilich nicht ohne weiteres der normalen Function von Speicheldrüsen an die Seite gestellt werden kann. Bei *Phronimella* sind dieselben minder umfangreich und liegen weiter seitlich oberhalb der Dilatoren des vordern Schlundstücks (Fig. 26 u. 34, Sp. Dr.). Bei *Phronima* dagegen gewinnen sie eine ungleich mächtigere Ausdehnung und erstrecken sich über und zu den Seiten des mittlern Schlundabschnitts (Fig. 20, Sp. Dr.) bis unmittelbar vor die Gehirnappen. Histologisch verhalten sich diese Drüsen wie die bereits beschriebenen Drüsen der Beine und Kiefer, indem sie rosettenförmige Gruppen von vier grossen Drüsenzellen und einer kleinen, die erweiterte Basis des Ausführungsröhrchens erzeugenden Mittelzelle bilden (Fig. 17). Die langen zarten Ausführungsröhrchen wenden sich sämmtlich oralwärts, sind jedoch in ihrem weitern Verlaufe überaus schwer und kaum in continuo

bis zur Mündungsstelle zu verfolgen. Einzelne Oeffnungen der langen Drüsengänge scheinen an der Oberlippe zu liegen, indessen ist die Zahl derselben nicht bedeutend genug, um die Wahrscheinlichkeit auszuschliessen, dass nicht auch an benachbarten Theilen des Vorraums einzelne Drüsengänge ausmünden. In der That lässt sich nachweisen, dass ein guter Theil der Drüsengänge in die Maxillen des ersten Paares eintritt.

Für die Würdigung der Function dieser mächtigen Speichel- und Kieferdrüsen scheint mir ein bedeutungsvolles Moment in der später noch näher zu begründenden Thatsache gegeben, dass im Verlaufe des Darmtractus keinerlei Drüsenelemente auftreten, welche das die Eiweisskörper verdauende Enzym bereiten könnten. Die gesammte Innenfläche der Magenwandung mit ihrer kurzen als Leber betrachteten Aussackung ist mit einem hohen, dem Dünndarmepithel entsprechenden Zellenbelag bekleidet, während das langgestreckte engere Darmrohr ein ziemlich flaches grosszelliges Epithel trägt. Von Zellen oder Zellencomplexen drüsiger Natur habe ich im gesammten Tractus keine Spur entdecken können und werde daher zu der Annahme gedrängt, dass der Nahrung schon bei ihrem Eintritt in den Schlund die zur Verdauung der Eiweissstoffe dienenden Secrete beigemischt sein müssen. Bei dem Ausschluss anderweitiger Drüsen werden wir auf die besprochenen mächtig entwickelten Drüsengruppen hingewiesen als auf diejenigen Elemente, welche die verdauenden Enzyme secerniren. Von diesem Gesichtspunkte aus würde auch die Bedeutung des in den Spitzen der Thoracalbeine ausfliessenden Secretes zu beurtheilen sein, obwohl sich dasselbe in der That auch zugleich auf die Aushöhlung der Tönnchen beziehen könnte.

Der Munddarm von *Phronima* stellt einen ziemlich complicirt gestalteten Zuleitungsapparat dar, an welchem sich trotz seiner relativen Kürze unter Ausschluss des Vormagens drei Abschnitte als Mundhöhle, Schlundkopf und Schlundrohr oder Oesophagus unterscheiden lassen. Der vordere als Mundhöhle bezeichnete Abschnitt besitzt die grösste Höhe und Weite und wird an seiner obern, in einen zapfenförmigen Muskelvorsprung auslaufenden Wand durch zwei breite schräg aufsteigende Muskelmassen befestigt (Fig. 25, 26, M o s.). Dieselben entspringen rechts und links am vordern Stirrand oberhalb der Mandibeln und müssen im Zustand der Contraction die Mundhöhle sowohl vorziehen als zugleich etwas seitlich auseinander bewegen, somit zugleich die Function der seitlichen Dilatoren unterstützen (M d a.),

welche rechts und links als schmale querlaufende Muskelbänder herantreten und sich an einer vorspringenden Kante (Fig. 24, Cr.) der Seitenwand inseriren. Dem vordern schrägen Schlundmuskel wirkt ein hinteres, schmales, aber langes Muskelband entgegen (M o r.), welches schräg nach vorn und innen verläuft und sich an dem erwähnten hintern Muskelfortsätze der Mundhöhlendecke befestigt. Dieser Muskel wird die Mundhöhle nach hinten ziehen und gleichzeitig wohl auch etwas erweitern. Dazu kommt noch an der hintern Grenze eine Gruppe von Pharyngealmuskeln mit longitudinal und schräg verlaufenden Faserzügen (Fig. 22 und 25, M p h.). Dieselben verbinden das Mittelstück des Schlundes, den eigentlichen Schlundkopf, mit der Seitenwand der Mundhöhle und werden bei ihrer Contraction eine ringförmige Faltung der von ihnen bedeckten Partie der Schlundwand veranlassen. Zwischen den Faserzügen dieser Muskelgruppe inseriren sich jederseits noch zwei Dilatoren (Fig. 25, M d.) in einiger Entfernung hinter dem bereits erwähnten vordern Dilator (M d a.).

Im Gegensatz zu der geräumigen Mundhöhle, welche vornehmlich durch die Wirkung der beschriebenen Dilatoren nach den Seiten hin erweitert, sowie durch die schrägen Muskeln der Decke nach vorn und hinten gezogen wird, sind an dem Mittelstück, dem Schlundkopf, ringförmig angeordnete Muskelfasern vorwiegend. Freilich setzen sich auch in der hintern Gegend dieses Abschnitts zwei Paare schräger, von der Kopfwand entspringender Muskeln an (M o p., M d p.), welche, wenn auch minder exclusiv, als Dilatoren fungiren. Das dorsale Paar (M o p.) wiederholt den Verlauf des hintern schiefen Muskels oder Retractors der Mundhöhle, convergirt jedoch unter minder spitzem Winkel als dieser. Umgekehrt verläuft das vordere Paar schräg aufwärts (M d p.), um sich merklich tiefer an der Seitenwand des Pharynx anzuheften. Die als Abschnitte einer circulären Muskelmasse zu deutenden Schlundmuskeln erscheinen an Boden und Decke des Schlundes als Quermuskeln, während sie an der Seitenwand desselben Pfeilern ähnlich einen dorsoventralen Verlauf einhalten. (Fig. 34, 35.) Im Allgemeinen kann man die Schlundwand als vierseitig bezeichnen. Boden und Decke bleiben jedoch verhältnissmässig schmal und bilden seitlich vorspringende Kanten, welche als Muskelfortsätze zur Insertion der queren und dorsoventralen Muskelzüge dienen. Die erstern bleiben daher kurze Faserzüge mit theilweise sich kreuzendem Faserverlauf (M d p h.). Dagegen besitzen die seitlichen Muskeln, welche sich über die Aussenfläche der hohen Seitenwände aus-

spannen, eine bedeutende Länge (Fig. 22. M1ph.). Hinter der Insertionsstelle des vordern schiefen Muskels (Mdp.) folgt endlich noch ein schmaler, seitlicher Muskel (Fig. 25 M1ph.), durch dessen Lage die hintere Grenze des Pharynx bezeichnet wird.

Weiter abwärts verengert sich dann der Munddarm plötzlich, um als Schlundröhre oder Oesophagus den engen Raum zwischen Gehirn und unterm Schlundganglion zu passiren. Dieser Abschnitt bleibt soweit muskelfrei. Erst ziemlich am Ende des Oesophagealrohres unmittelbar hinter der Schlundcommissur treten quer gestellte Dilatoren an die Seitenwandung desselben heran, um diese beim Durchgang der Speisetheile auseinander zu ziehen und das Lumen zu erweitern (Taf. V., Fig. 30 Mdoe.). Endlich unmittelbar hinter der Uebergangsstelle der Speiseröhre in den bedeutend erweiterten Vormagen spannt sich an der Ventralseite desselben ein ziemlich langgestreckter und, wie später gezeigt werden soll, für die Lagenstellung der Chitinfalten wichtiger Quermuskel aus (Fig. 30, M. tr.).

Wenn wir den erweiterten Endabschnitt des Munddarms sowohl bei Thoracostraken als Arthrostraken von den Autoren meist als Kaumagen bezeichnet finden, so geziemt es mit Bezug auf diese offenbar den Decapoden entlehnte Terminologie nicht aus dem Auge zu verlieren, dass für die Amphipoden die Kaufunction des Vormagens bislang keineswegs bewiesen worden ist. In der That scheint sich die Bedeutung der vermeintlichen Kauplatten wenigstens bei den Phronimiden auf einen Verschluss- beziehungsweise Reusenapparat zu beschränken, durch welchen die in den Vormagen eingetretenen Speisetheile einmal vor dem Rücktritt in den Oesophagus geschützt, andererseits von dem raschen Uebergang in den weiten im Umkreis des Vormagens entfalteten Magendarm zurückgehalten wird.

Morphologisch möchte dieser complicirt gebaute Vormagen der Arthrostraken schon in dem einfachen Schlundvorsprung vorbereitet sein, welchen bei manchen Entomostraken der Oesophagus in den Magenraum entsendet. Beispielsweise erinnere ich an den langgestreckten frei in den Magen hineinragenden Schlundtrichter von *Argulus*¹⁾, welcher sich zurückführen lässt auf eine Chitinhautfalte am Ende des Schlundes.

¹⁾ Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung von *Argulus* etc. Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie. Tom. XXV, 1875. Taf. XVII. Fig. 29 H. T.

Bei den Amphipoden gliedern sich nun die Chitinfaltungen der Vorstülpung in mehrfache Abschnitte und veranlassen die Entstehung eines in seinen Einzelheiten nicht leicht verständlichen Behälters. Bei *Phronima* tritt vor Allem eine sehr langgestreckte, zungenförmige und zugleich löffelähnlich gebogene (Fig. 27 30, Df.) Dorsalfalte hervor, welche sich längs der Rückendecke und Seitenwand des Magendarms ausdehnt und erst im Grunde desselben endet. Dazu kommen am Eingang des Magens zwei seitliche Ventraltaschen (V T.), deren weite Oeffnung nach aufwärts gewendet ist, jedoch durch die convexe Basis der dorsalen Chitinfalte, welche an der Innenseite der äussern Lamelle einer jeden Ventraltasche entspringt, bedeckt wird. Der ventrale Theil der chitinigen Magenwand, welcher zwischen den beiden Seitentaschen zurückbleibt, ist verhältnissmässig schmal und scheint in geringer Entfernung hinter dem bereits erwähnten Quermuskel mit bogenförmigem scharfen Chitinrande zu enden. Indessen ergibt die nähere Untersuchung, dass von demselben noch eine oralwärts nach vorn gerichtete Aussackung entspringt, welche den vordern Raum des Magendarms zwischen den beiden ventralen Leberschläuchen einnimmt. Innerhalb des Magendarms mit seinen beiden Paaren von sog. Leberschläuchen findet sich somit ein complicirt gestalteter, von Faltungen der vorspringenden Chitinhaut begrenzter Taschenraum, welcher mittelst langgestreckter Oeffnung mit dem ventralen Theil des Drüsenmagens communicirt und in der Regel mit halbverdauten Nahrungsstoffen prall gefüllt ist.

Der chitinige Vormagen dürfte diesem Befunde gemäss in erster Linie die Bedeutung eines Behälters haben, in welchem sich die Verdauung ohne directen Contact mit der Wandung des Magendarms, gewissermassen im Endabschnitt des Schlundes, vollzieht, und zwar unter Einrichtungen, welche den Rücktritt der Speisetheile in den Oesophagus und Schlundkopf verhindern. Diese Einrichtungen sind sowohl durch Lage und Configuration der beiden ventralen Taschenräume und deren innerer schräg aufwärts gerichteter, am freien Rande kammförmig bezahnter Faltenplatte als durch den eigenthümlichen Muskelapparat des chitinigen Vormagens bestimmt. Indem die hohe Chitinfalte, welche die innere, der Medianebene zugekehrte Wand jeder Tasche bildet, klappenartig vorspringt und zugleich an ihrem freien obern Rande nach Art eines Bürstenkammes endet, dessen fein behaarte Querbürstchen in lange medianwärts vorstehende spitze Zinken auslaufen (Fig. 29), bildet sie für die bereits in die Seiten-

säcke, sowie in den Fundus der löffelförmigen, schwachgewölbten Dorsalfalte eingetretene Nahrung eine Art Reusenapparat, welcher wohl die Aufnahme von Nahrungskörpern vom Schlunde her, nicht aber den Rücktritt derselben in den Schlund gestattet. Diese Function wird offenbar durch den Muskelapparat, welcher sich an der Chitinwand des Vormagens anheftet, wesentlich unterstützt. Des Quermuskels (Fig. 30 und 36, M. tr.), welcher sich gürtelförmig vorne an der ventralen Magenwand ausspannt, wurde bereits oben Erwähnung gethan. Augenscheinlich hat derselbe die Bedeutung, beide kammförmig bezahnten Faltenplatten nach der Seite zu ziehen. Zu diesem transversalen Magenmuskel kommen noch drei, beziehungsweise vier Muskelpaare von mehr longitudinalem Verlauf. Zunächst ein Paar sehr langgestreckter bandförmiger Muskel (Fig. 20, 30, M. l s), welche hoch oben an der Scheitelfläche des Kopfes entspringen und medianwärts vom Scheitelauge herablaufen, seitlich die Kopfaorta fast in ganzer Länge begleiten und sich etwa im Niveau des hintern Endes der Ventraltaschen an der Dorsalwand des Vormagens auf besondern höckrigen Vorsprüngen derselben (Fig. 24, Tu p.) anheften, freilich um am vordern Ende dieser Vorsprünge in einen breiten, etwas schräg nach auswärts und vorn gewendeten Muskel überzugehen, welcher, wenigstens theilweise von den dorsalen Leberschläuchen (L^u) bedeckt, ganz der Dorsalwand des Vormagens angehört und in der vordern Seitengegend desselben endet (Fig. 30). Die Wirkung der beiden Muskelpaare wird sich analog den Muskeln (M. o r.) der Mundhöhle und des Schlundkopfes (M. o p.) als Hebung des Vormagens nach dem Scheitel hin, beziehungsweise unter gleichzeitiger Quersaltung der dorsalen Magenwand äussern müssen. Die beiden andern Muskelpaare entspringen am Integument des vordern oder oralen Kopftheiles und dürften somit den Vormagen vom Scheitel abwärts nach der Mundgegend herab ziehen.

Das bei weitem stärkere vordere Muskelpaar (M. l a.) entspringt vom Stirnrand und verläuft nur wenig convergirend seitlich von der Schlundcommissur nach der vordern Seite des Vormagens, um sich an der Wandung desselben und zwar am äussersten Ende der Ventraltasche an einem kleinen Vorsprung der Chitinhaut (Fig. 24, Tu a., Fig. 30) zu inseriren. Die Wirkung dieses vordern Längsmuskels wird sich in dem Vorziehen des Magens eventuell bei gleichzeitiger Contraction des obern Längsmuskels in einer Spannung der Wandung desselben äussern müssen, mit welcher die Aufrechtstellung der kammförmigen Faltenplatten, somit die

Erweiterung der Spaltöffnung beider ventralen Magentaschen verbunden sein möchte. Viel schwächer bleiben die zwei lateralen Muskeln (Fig. 30, M. 1.), welche oberhalb der ventralen Leberschläuche schräg convergirend, nach den Seiten der Magenwand verlaufen und sich hier etwas unterhalb der dorsalen Muskelbänder des Magens anheften. Dieselben dürften die beiden Ventraltaschen seitlich auseinanderziehen und den Raum derselben erweitern.

Es bedarf wohl kaum einer besondern Erwähnung, dass der derben chitinigen Intima des gesammten Schlundes und Vormagens als Matrix eine Zellenlage anliegt, auf welche erst die membrana propria und die äussere Muskelbekleidung folgt (Fig. 35). An allen Theilen des Munddarmes ist die zellige Matrix als ein Epithel mit wohlbegrenzten kernhaltigen Zellen nachweisbar, welche besonders an der Wand des Vormagens und dessen zungenförmiger Dorsalfalte eine ansehnliche Grösse erreichen (Fig. 31 a). Natürlich wiederholt sich dasselbe an sämmtlichen Faltenplatten dieses Abschnitts und daher an der Wandung der Ventraltaschen in doppelter Lage, wovon man sich sowohl am optischen Querschnitt des Randes (Fig. 31 b.), als bei höherer und tieferer Einstellung des Flächenbildes überaus leicht überzeugt. Von besonderem Interesse aber erscheint die feinere Sculptur der Cuticularmembran an den verschiedenen Abschnitten des Vormagens. Während die derbe Intima des Schlundes — von den feinen Spitzenreihen am Eingang der Mundhöhle abgesehen — überall glatt bleibt, ist dieselbe an der zungenförmigen Dorsalfalte (ZP.) mit zahlreichen unregelmässigen Gruppen überaus feiner Höckerchen bedeckt, welche einigermaßen an das Bild einer Reibplatte erinnern (Fig. 31, b. c.). Jede Gruppe entspricht dem Territorium einer Matrixzelle, über welcher sich die Cuticularmembran in schwacher Vorwölbung erhebt, so dass die beiden Seiten der Hautfalte eine unebene wellenförmige Oberfläche darbieten. Auch an der äussern Wandung der Ventraltaschen kehrt das gleiche Bild wieder, während die dorsale Decke in der Gegend der Muskelinsertionen durch eine an den Hautpanzer zarter Daphniden erinnernde rautenförmige Sculptur der Chitinmembran bezeichnet wird.

An der Seitenwandung beider Ventraltaschen gewinnen die cuticularen Erhebungen einen abermals andern Charakter. Während dieselben an der dem Taschenraum zugekehrten Seite der innern Falte parallele dichtgestellte Reihen von feinen Spitzen darstellen, vergrössern sich die Spitzen an der gegenüberliegenden

Taschenfalte zu starken zahnförmigen Papillen, welche dachziegel-förmig übereinanderliegend nach dem hintern Ende des Magens gerichtet sind (Fig. 31, d.) und einigermaßen dem Papillenbesatz im Schlunde der Seeschildkröten vergleichbar erscheinen. Die grösste Stärke erreichen diese Erhebungen (Fig. 24, P. b.) an der etwas gegen den Taschenraum vorgewölbten Aussenwand in der Gegend, in welcher der kammförmige Besatz (Fig. 23 k B.) der gegenüberstehenden innern Falte endet und mittelst einer tiefen Ausbuchtung von dem platten hintern Abschnitt des freien Faltenrandes abgesetzt erscheint. (Fig. 28, B.)

An dem Vormagen von *Phronimella* wiederholt sich der für *Phronima* dargestellte Bau, indessen bleiben sämtliche Chitinfaltungen auf weit geringern Umfang beschränkt. Sowohl die dorsale zungenförmige Falten tasche als insbesondere der kammförmige Besatz am freien Rande der medialen Falte beider Ventraltaschen bleiben schwächer, in gleicher Weise der Muskelapparat, welcher sich in allen seinen Abschnitten nach Lage und Verlauf der Magenmuskulatur von *Phronima* anschliesst.

Der Magendarm, von welchem der chitinige Vormagen mit seinen Taschenbildungen zum grossen Theile umschlossen wird, bildet einen ziemlich weiten, durch den Kopf und die beiden vordern Brustriinge schräg aufsteigenden Sack (Fig. 11, Ma, Fig. 27.), dessen Vorderende kurze dorsale und ventrale, als Leberschläuche bezeichnete Ausstülpungen entsendet. Diese Gestaltungsweise des Magens mit nach vorn gerichteten kurzen aber weiten Anhangsschläuchen ¹⁾ im Kopfraum möchte im Gegensatz zu anderen Hyperiden als wichtiger Charakter der Phronimiden zu verwerthen sein. In frühem Jugendzustand hat der Magendarm eine weit grössere Ausdehnung und nimmt als blasig ausgedehnter Behälter einen guten Theil des Thorax ein. Auch liegt derselbe noch ziemlich genau in der Längsachse und setzt sich ohne winklige Beuge in den langgestreckten Dünndarm fort, welcher bei ausgewachsenen Thieren schon am Ende des zweiten Brustringes beginnt. Die noch unter Brutpflege des Mutterthieres befindlichen Jungen schliessen sich somit in der Magenform, und Gleiches gilt von Darm- und

¹⁾ Ob derselbe freilich auch für *Paraphronima* Geltung hat, vermag ich leider nicht zu sagen, da ich versäumte, das einzige lebend beobachtete Exemplar auf den Magen näher zu untersuchen. Die übrigen in Weingeist conservirten Exemplare waren leider zu schlecht erhalten, um mit Hülfe derselben zur Gewissheit zu gelangen.

Körpergestaltung, weit mehr an die Gattung *Hyperia* an, welche dem indifferenten Ausgangspunkt der Hyperidenfamilien am nächsten stehen dürfte.

Das Vorderende des weiten Magensackes bildet an der Rückenseite eine weit nach hinten zurückgreifende Ausbuchtung, durch welche die beiden Seitenhälften als weite, nach vorn vorspringende Schläuche (Fig. 30, L'), die obern seitlichen Leberschläuche, von einander abgesetzt werden, während zwischen denselben zugleich die dorsale Wand des Vormagens, die Decke der beiden Ventraltaschen, mit den sich an derselben befestigenden Muskelgruppen ihre freie Lage bewahrt. An den beiden obern Anhängen heben sich noch zwei der Medianebene zugewendete Schläuche ab, welche an grössern Individuen vielfach Ausbuchtungen gewinnen und als mediale Leberschläuche (Fig. 20, L'') unterschieden werden können. Viel weiter oralwärts bis über die vordere Grenze des Gehirnes hinaus erstrecken sich die beiden, ebenfalls vielfach ausgebuchteten ventralen Leberschläuche (Fig. 27, 30 und 36, L), vor deren Eingang die beiden chitinen Ventraltaschen des Vormagens liegen. Bei *Phronimella*, deren Magendarm eine schlankere und gestrecktere Form zeigt, bleiben alle diese Ausstülpungen ausserordentlich reducirt. Das hintere oder Pfortnerende des Magens verengert sich in beiden Gattungen und erscheint durch eine doppelte Einschnürung bulbosartig abgesetzt, nach dem stark verjüngten Anfangstheil des Dünndarms zugleich durch den in das Lumen vorspringenden hohen Zellenbelag schärfer begrenzt (Fig. 27).

Histologisch ist der als Magendarm bezeichnete Abschnitt des Mitteldarms in gleicher Weise wie die als Leberschläuche unterschiedenen Aussackungen desselben durch den Besitz eines hohen Epithelialbelages charakterisirt. Die Elemente des Epithels sind hohe Cylinderzellen mit feinkörnigem Plasma und einem ovalen, mehrere Kernkörperchen umschliessenden Kerne. An der freien, dem Lumen zugewendeten Oberfläche jeder Zelle fällt ein dicker, feinstreifiger Saum auf, unter welchem gewöhnlich eine grössere oder auch mehrere kleinere Vacuolen im Plasma eingelagert sind (Fig. 32). Sowohl an feinen Querschnitten als an optischen Durchschnitten gewinnt man zuerst den Eindruck, als sei an der Innenseite des Epithels eine zusammenhängende schwachglänzende Cuticularmembran ausgeschieden. Bei näherer Untersuchung aber überzeugt man sich, dass jede Zelle ihren gesonderten, vorgewölbten feinstreifigen Saum trägt, der mit dem der benachbarten Zellen das Bild eines zusammenhängenden Belages entstehen lässt. Ich

muss gestehen, dass mich der Besitz eines solchen an das Dünndarmepithel der Vertebraten erinnernden Epithels im Magen der *Phronima* in hohem Grade überrascht hat, indem dasselbe die Deutung des letzteren als drüsigen, das Verdauungssecret liefernden Abschnitt zurückweist, dagegen die Beziehung desselben zur Resorption wahrscheinlich macht. Freilich müssten in diesem Falle die reichen Drüsengruppen der Kiefer, sowie in der Umgebung des Oesophagus das verdauende Secret liefern, welches zugleich mit den Nahrungsstoffen in den chitinigen Vormagen gelangte. Es würde alsdann nicht nur die weit nach vorn gerückte Lage des resorbirenden Darmabschnitts höchst auffallend erscheinen, sondern die Bedeutung des nun folgenden sehr langen Dünndarms nicht recht einleuchten, dessen Bekleidung von einem ausserordentlich zarten und flachen Plattenepithel gebildet wird. Man sieht leicht ein, wie wenig die morphologischen Befunde an sich zur richtigen Deutung der Organe ausreichend sind, und wie nothwendig in Zukunft chemisch physiologische Untersuchungen mit anatomisch histologischen Arbeiten verbunden werden müssen, um befriedigende Vorstellungen über die Function der Organe auch auf dem Gebiete der Wirbellosen zu gewinnen. Bei *Phronimella* ist übrigens der Epithelialbelag der Magenwand aus minder hohen, dagegen viel breiteren Zellen gebildet, die eine höchst regelmässige Mosaik zusammensetzen.

Nach aussen von dem Cylinderepithel folgt eine bindegewebige Stützmembran, welche sich leicht von jenem abhebt, dagegen in unmittelbarem und festem Verbaude mit der aufliegenden Muskelbekleidung steht. Die letztere besteht aus schmalen, bandförmigen Fibrillenbündeln, welche in circulärem Verlaufe, durch breite Intervalle getrennt, reifenartig den Magensack umgürten. Zu denselben kommen aber noch sowohl an der Bauchfläche wie an der Rückenfläche des Magens, der Medianlinie genähert, schmale Muskelzüge von longitudinalem Verlauf hinzu, so dass an diesen Theilen der Magenwand ein Netz von nahezu rechtwinklig sich kreuzenden Fibrillenzügen hervortritt. Diese Längsmuskelfasern sind den Ringmuskeln aufgelagert und treten mit ihren Fibrillen in jene über. An dem mehr oder minder bulbös abgesetzten Endabschnitt des Magens bilden die Ringmuskelfibrillen in dichter Lagerung einen fest geschlossenen Muskelbelag, welcher sich wiederum am verschmälerten Anfangstück des Dünndarms in gesonderte, reifenartige Fibrillenbündel auflöst.

Sowohl die Längs- als Ringmuskeln der Darmwand entsprechen

einzelnen Muskelzellen, wie man mit grosser Bestimmtheit an ganz jugendlichen Exemplaren nachzuweisen vermag. Die zu den Ringmuskelzellen gehörigen, von körnigem Protoplasma umschlossenen Kerne liegen in der dorsalen Mittellinie (Fig. 41, M nu.) des Darmes in einer ziemlich regelmässigen Längsreihe hintereinander und weichen nur an dem verengerten Endabschnitt des Magendarms, der dichten Aufeinanderfolge ihrer Muskelzellen entsprechend, nach den Seiten auseinander, so dass hier das Bild mehrerer unregelmässiger Kernreihen entsteht. Am Dünndarm, dessen Ringmuskeln sich wieder in weiterem Abschnitt entfernen, wird alsbald die einfache dorsale Kernreihe wieder hergestellt. An der Ventralseite des Magens bleiben die Enden der reifenartigen Muskelzellen von einander getrennt, so dass hier in der Medianlinie eine mediane, nicht genau longitudinale, sondern etwas zickzackförmig gestaltete sehnige Naht hervortritt, ähnlich wie wir sie als dorsalen und ventralen Medianstreifen am Herzen wiederfinden.

Der aus dem Magen hervorgehende Dünndarm, welcher sich im Thorax allmählig etwas erweitert, im Abdomen dagegen wieder merklich verengert, charakterisirt sich durch den Besitz eines flachen, grosszelligen Epithels, dessen sechsseitige, meist in der Längsrichtung stärker gestreckte Plattenzellen (Fig. 33) die innere Bekleidung bilden. Auf diese folgt eine zarte Stützmembran mit einem Belage ringförmiger Muskelreifen, welche regelmässige, wenn auch nur schwache Einschnürungen der Darmwand veranlassen. Hier und da, besonders an der Bauchseite, weichen die Fibrillen des zugehörigen Muskels schleifenförmig auseinander und nähern sich den benachbarten Schleifen, mit denen sie jedoch nur ganz ausnahmsweise sich vereinigen. Auch bemerkt man einzelne schräge oder longitudinale Fibrillenzüge, welche jedoch nur über geringe Strecken verlaufen und mit ihren Enden in Ringfaserbündel eintreten. Auf den Muskelbelag folgt aber noch an der Seite des Darmes eine streifige, langgestreckte Kerne einschliessende Bindegewebslamelle, welche mit dem nachher zu besprechenden, grosszelligen Bindegewebsseptum der Leibeshöhle durch Fortsätze und Fasern verbunden ist.

Erst im sechsten Abdominalsegment geht das langgestreckte Darmrohr in den Afterdarm über, dessen Wand durch zahlreiche Gruppen der bekannten Dilatoren des Mastdarms an das Integument befestigt wird.

Die beiden am Anfang des Mastdarms bei Gammariden auftretenden Anhänge, welche als kurze, gegen vorn gerichtete Schläuche

nach Lage und vielleicht auch Function den Malpighischen Gefässen der Tracheaten entsprechen möchten, habe ich bei Phronima und Verwandten vermisst und bislang überhaupt noch bei keinem näher untersuchten Hyperiden wiedergefunden. Man könnte daher vermuthen, dass die Function derselben durch die Wandung des Dünndarmendtheils besorgt würde und in gewissen Zellen derselben wie bei freilebenden und parasitischen Copepoden (Lernaeen) Concremente von Ausscheidungsstoffen abgelagert seien. Indessen habe ich nach solchen bislang ebenfalls vergeblich gesucht.

Von besonders nicht mit dem Darme verbundenen Drüsen der Körperhaut würde noch ein der Nackendrüse der Phyllopoden entsprechendes Organ wenigstens im Jugendzustand oder in den spätern Phasen der Embryonalentwicklung zu erwarten sein, um so mehr, als dieselbe ja auch bei den nahe verwandten Gammarusembryonen ¹⁾ in ansehnlicher Grösse auftritt. Die auf gleichem Entwicklungsstadium befindlichen Phronimaembryonen

¹⁾ Ich will hier die Bemerkung einschieben, dass das Nackenorgan, welches der Nackendrüse der Phyllopoden entspricht, nicht nur an den Embryonen der Gammariden, sondern in gleicher Weise an denen der Isopoden auftritt. Dasselbe ist jedoch von den bekannten blattförmigen Anhängen der Asselembryonen wohl zu unterscheiden, ein Verhältniss, welches weder Fr. Müller, noch Fr. Leydig bekannt zu sein scheint. Es ist vollkommen richtig, wenn Fr. Müller in seiner Schrift „Für Darwin“ dem bei den Amphipoden zuerst als Mikropyle beschriebenen Drüsenrudiment ein Organ an die Seite stellt, welches auch bei Asselembryonen an gleicher Stelle die Verbindung mit der Larvenhaut unterhält. Ich habe diese Nackendrüse der Cymothoideen näher verfolgt, an dessen Embryonen sie eine bedeutende Grösse erreicht und sogar ein mit cuticularer Intima bekleidetes Lumen enthält, um welches sich die Drüsenzellen strahlenförmig anordnen. Diese Nackendrüse darf aber nicht, wie es Fr. Müller thut, mit dem blattförmigen Anhang am Rücken von Asellus zusammengeworfen werden, welcher ein paariges, von der Mittellinie merklich entferntes Organ ist und von seinem Entdecker Rathke als embryonale Kieme betrachtet, später von Leydig ganz ohne Grund als Homologon der grünen (an der Antennenbasis mündenden) Drüse des Flusskrebsses gedeutet wurde. Fr. Müller hat nun, ohne das paarige kiemenähnliche Organ zu kennen, welches ja von der ihm bekannten Nackendrüse ganz verschieden ist, Leydig's Deutung eine unglückliche genannt, wie denn in der That schon die totale Lagenverschiedenheit beider Gebilde ausreichend ist, um ihre Gleichwerthigkeit zurückzuweisen. Wenn nun neuerdings Leydig gegen Fr. Müller's Bemerkung seine frühere Deutung aufrecht zu erhalten sucht mit den Worten: „ja es will mir scheinen, als ob es mit Müller's Kenntniss fraglicher Organe (der paarigen Anhänge) etwas bedenklich stehe; wie wäre es sonst, abgesehen von Anderem, möglich zu sagen, dasselbe sei ein unpaares Gebilde, in der Mittellinie des Rückens, während es paarig ist und seitwärts angebracht“, so gibt uns Leydig einen Fingerzeig, dass ihm wiederum das Rudiment der unpaaren Nackendrüse bei Asselembryonen ganz unbekannt geblieben ist, welches Fr. Müller ausschliesslich kannte und mit den Rückenanhängen verwechselte.

haben jedoch bereits das Nackenorgan eingebüsst, welche somit schon in weit früheren Stadien der Embyonalentwicklung rückgebildet sein muss.

Herz, Gefässsystem und Kreislauf.

Seit meiner älteren Darstellung des Phronimaherzens (Nr. 10) habe ich dasselbe mehrmals von Neuem untersucht, und mit den Herzbau zahlreicher anderer Hyperiden verglichen. Es gelang mir einige neue nicht unwesentliche Verhältnisse, die mir damals entgangen waren, festzustellen. Wie bei allen mir durch eigene Untersuchung näher bekannt gewordenen Hyperiden reicht das hinter dem Kopf beginnende Herz der Phronimiden bis etwa zur Mitte des sechsten Brustsegmentes, um hier in die hintere oder abdominale Aorta überzugehen, welche die beiden letzten Brustringe sowie die drei vordern Abdominalsegmente durchsetzt, und dann unmittelbar am Darm mit freier Oeffnung endet. (Taf. I, Fig. 1 C, Taf. II, Fig. 11 C.) Bei Phronima, sowie bei allen auf das Herz näher untersuchten Hyperiden ist die Zahl der seitlichen Ostien auf drei, beziehungsweise auf zwei Paare reducirt, welche dem zweiten, dritten und vierten, eventuell nur dem dritten und vierten Brustsegmente angehören. Zwar kann bei einzelnen Hyperiden auch der nachfolgende Abschnitt des Herzschauches im 5. und 6. Segmente kammerähnlich erweitert sein, indessen fehlen demselben dann stets die seitlichen Ostien.

Vergleichen wir die am Hyperidenherzen beobachtete Gestaltung mit derjenigen, welche für das Herz der naheverwandten Gammariden beschrieben wurde, so ergeben sich scheinbar höchst auffallende Unterschiede, die jedoch grossentheils auf Differenzen in den Angaben der Autoren zurückzuführen sind. Während von Frey und Leuckart¹⁾ am Herzen von Gammarus, Talitrus, Isaea etc. sieben Ostienpaare beschrieben wurden, eine Zahl, welche sich auch in Gegenbaur's Handbuch der vergleichenden Anatomie wiederfindet, hat G. O. Sars²⁾ für Gammarus sechs Paare von Spaltöffnungen dargestellt. Ich selbst hielt seither die Angaben des letztern Forschers für die richtigen, obwohl mir bekannt war, dass La Valette für Niphar-

¹⁾ H. Frey und R. Leuckart, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere etc. Braunschweig 1847, pag 107.

²⁾ G. O. Sars. Histoire naturelle des crustacés d'eau douce de Norvège. 1 Livr. Les Malacostracés. Cristiania 1867. Taf. VI, Fig. 19.

gus und Fr. Müller¹⁾ für die Gammariden überhaupt die Existenz von nur drei Ostienpaaren im 2., 3. und 4. Brustsegmente behauptet haben. Durch selbständige Beobachtungen habe ich nunmehr die Angaben Fr. Müller's durchaus bestätigen können. In allen seither von mir untersuchten Gammaridengattungen, ebenso bei *Caprella* und Verwandten finde ich die 3 Ostienpaare des Hyperidenherzens im 2., 3. und 4. Brustsegmente wieder, während der vorausgehende und nachfolgende Herzabschnitt seitlicher Spaltöffnungen entbehrt.

Nun kann allerdings bei manchen Hyperiden eine Rückbildung der vordern Herzpartie eintreten, der Art, dass die Kopfaorta schon im ersten oder im zweiten Brustsegmente entspringt, und demgemäss der Anfang des Herzens weiter zurück liegt. Das Extrem dieser verkürzten Herzform findet sich bei den breiten *Platysceliden* oder *Typhiden*, deren hinterer Herzabschnitt im 5. und 6. Segment, obwohl ohne seitliche Spaltöffnungen, doch kammerähnlich erweitert ist. Während bei allen auf die Herzbildung näher untersuchten *Platysceliden* die Zahl der Ostienpaare auf zwei herabsinkt, indem die Spaltöffnungen im 2. Brustsegmente hinwegfallen, besitzen die *Phronimiden* mit Ausnahme der Gattung *Paraphronima* die drei typischen Paare, wenigstens regelmässig im weiblichen Geschlecht. Beim Männchen scheint dagegen nicht selten das vordere Ostienpaar verschwunden.

Die Wandung des langgestreckten Herzschlauchs, dessen histologischen Bau ich später erörtere, wird durch paarige Faserzüge, sowie durch ein transversales, der Ventralwand des Herzens anhaftendes bindegewebiges Septum am Integument befestigt. Vornehmlich markiren sich die Faserzüge, welche in der Umgebung der Ostien divergirend an die Herzwand herantreten und in der Flächenlage (besonders schön bei den *Typhiden*) das Bild dreieckiger Vorräume veranlassen. Diese auch an dem hintern Herzabschnitt (Taf. VI, Fig. 46) wiederkehrenden Faserbündel scheinen grossentheils bindegewebiger Natur zu sein und keine Beziehung zur diastolischen Ausdehnung des Herzens zu besitzen. Die Ostien stimmen im Wesentlichen mit den Spaltöffnungen am Herzen der *Phyllopoden* und *Copepoden* überein und sind schlitzförmige Spalten der Herzwand, deren vorderer und hinterer sichelförmig umgrenzter Randsaum während der Systole lippenartig in das Lumen des Herzens, wenn auch kaum merklich vorspringt. Die beiden Lippen entsprechen den in anderen Fällen viel stärker

¹⁾ Fr. Müller. Für Darwin, Leipzig 1864, pag. 26.

ausgeprägten Randklappen der Ostien. Dieselben sind als Theile der Herzwand aufzufassen, wiederholen auch deren Structur genau, und enthalten einen oder zwei Kerne (Fig. 44).

Noch ausgeprägter als an den venösen Seitenspalten erscheinen die Klappeneinrichtungen am Eingang der beiden Aorten, welche Taschenklappen vergleichbar, während der Systole den Rückfluss des Blutes aus den Gefässstämmen in das Herz verhindern und dem entsprechend ihre, wenn auch geringe Cavität dem Aortenlumen zukehren. (Fig. 46 und 47.) Mit Ausnahme der *Phyllopoden*, deren Herz (*Cladoceren*) lediglich ein vorderes Aortenostium besitzt, und dieses durch eine einzige Fallthür-ähnliche Klappe schliesst, kehren die seitlichen, durch den Besitz eines oder zweier Kerne ausgezeichneten Klappen an den Aorten der anderen Crustaceenordnungen wieder. Selbst das Copepodenherz besitzt an der Aortenöffnung eine rechte und linke Taschenklappe.

Zu meiner Ueberraschung findet sich jedoch an beiden Enden des Herzens bei *Phronima* und demgemäss wahrscheinlich auch bei den übrigen Hyperiden nicht ein einfaches Ostium mit einem Klappenpaar, sondern zwei Spalten, welche rechts und links in den Eingang der vordern und der hintern Aorta führen (Fig. 47) mit je einem Klappenpaare. Nach Lage und Gestaltung der Doppelostien und ihrer Klappen kann es kaum zweifelhaft sein, dass dieselben zwei seitlichen, am terminalen Herzabschnitt nahe aneinander gerückten, schräg longitudinal gestellten Ostien entsprechen, welche gewissermassen die Spaltenpaare der Endkammern repräsentiren. Jeder häutige Klappensaum enthält einen randständigen ovalen Kern, sowie in der Nähe desselben einen zweiten rundlichen Kern, der dem Muskelbelage der zarten Klappen zugehört. Der randständige, mehr längliche Kern dürfte entsprechend dem Verhalten der übrigen Kerne der Herzwand auf den bindegewebigen Antheil der Klappe zu beziehen sein. Ventralwärts divergiren die beiden Ostien am Hinterende des Herzens beträchtlich, während ihre dorsalen Enden fast zusammenstossen. Zwei Faserstränge, welche sich an die divergirenden Ostienenden befestigen und auf dem nachher zu beschreibenden bindegewebigen Querseptum nach dem letzten Kiemenpaare hin verlaufen, scheinen in Muskeln überzugehen.

Von den beiden Aorten bleibt die hintere, an der dorsalen Seite des Darmes bis zum Ende des dritten Abdominalsegmentes herablaufende Aorta ein einfaches Gefäss, während sich die vordere im Kopfe in mehrere Aeste spaltet. Ich habe diese Verästelung allerdings nicht bei *Phronima* beobachtet, wohl aber

unter den Platysceliden für die Gattung *Oxycephalus*, deren Kopfarterie ein ganzes Netz weiter Gefässe erzeugt, constatiren können.

Indessen gestaltet sich auch das arterielle Gefässsystem der Phronimiden und wie ich hinzufügen kann, überhaupt der Hyperiden weit complicirter, als man seither angenommen hat, indem noch ganz allgemein zu den Aorten an der Ventralseite des Herzens zwei oder drei mehrfach verzweigte Arterienpaare hinzukommen, demgemäss also auch bei den Amphipoden ein ähnliches Verhältniss besteht, wie es im Kreise der Isopoden ¹⁾ schon längst bekannt geworden ist.

Auffallender Weise blieben die arteriellen Gefässe allen seitherigen Beobachtern unbekannt. Die einzige auf seitliche Arterien der Hyperiden bezügliche Angabe wurde von mir selbst in den Bemerkungen über die Organisation von *Phronima* gemacht, in welchen ich die beiden Gefässpaare im dritten und vierten Brust-ring als zarte Stränge ²⁾ beschrieb, und bei mangelndem Nachweis eines Lumens als solide Suspensorien zu deuten geneigt war. Hätte ich es damals nicht versäumt, zur Controle auch grössere *Phronima*-Exemplare lebend zu untersuchen, so würde mir die Bedeutung der vermeintlichen Stränge als Arterienpaare unmöglich entgangen sein, da es hier gar nicht schwer fällt, das Lumen und die Communication derselben mit dem Lumen des Herzens, sowie den Eintritt und die Fortbewegung von Blutkörperchen im Lumen nachzuweisen. Auch bei den übrigen Phronimidengattungen finden sich die zwei Paare von Gefässen in denselben Segmenten wieder, doch kommt bei *Paraphronima*, und Gleiches gilt für *Phrosina*, *Oxycephalus*, *Hyperia*, *Vibilia* und die *Platysceliden*, noch ein drittes Arterienpaar im fünften Brustsegment hinzu, welches an Umfang und Ausdehnung hinter den ersteren keineswegs zurückbleibt und sich aus seinen oft (*Oxycephalus* und *Platysceliden*) reichen Verzweigungen an Darm und Leber ausbreitet. Die Enden der Gefässe führen, an die später

¹⁾ Vergl. ausser einer russischen Abhandlung von Kowalewsky über das arterielle Gefässsystem von *Idotea* (1864): N. Wagner, *Recherches sur le système circulatoire et les organes de la respiration chez le Porcellion élargi (Porcellio dilatatus Brdt.)*. Ann. des. sciences natur. V. Ser. Tom. IV. 1865.

²⁾ Claus, l. c.: „Man ist allerdings anfangs versucht, diese Stränge für Arterien zu halten, vermisst aber in denselben eine Bewegung von Blutkörperchen, so dass von einem Lumen und einer Communication mit dem Herzen wenigstens in diesem Lebensalter nicht die Rede sein kann.“

zu beschreibenden septalen Bindegewebsplatten befestigt, durch freie Mündungen in das perienterische Canalsystem der Leibeshöhle. Histologisch besteht die Wand der Arterien, an deren Ursprung ebenfalls zwei kleine membranöse Klappen (Fig. 42) nachweisbar sind, aus einer glashellen bindegewebigen Membran, welcher, wie dies auch für die Aorta der Copepoden zutrifft, ovale Kerne einlagern.

An der Herzwand kommt zu der gleichen bindegewebigen Membran mit lang gestreckten, hier und da unregelmässig geformten Kernen, eine Lage quergestreifter Muskelfasern von circulärem Verlauf hinzu, deren Action den rhythmischen Wechsel von Systole und Diastole unterhält. Diese zarte Muskelschicht des Herzens ist jederseits auf eine einfache Lage von Muskelzellen zurückzuführen, deren Grenzen freilich nicht mehr erhalten sind, wenn auch die Zellterritorien im Allgemeinen noch durch die rundlichen, schwach ovalen Kerne bezeichnet werden. Die Kerne sind von den gestreckt ovalen Kernen der unterliegenden Membran sehr wohl zu unterscheiden. Die überaus zarten Muskelfasern verlaufen meist als schmale Bündel von zwei bis vier dicht aneinandergelagerten Fibrillen durch schmale, hier und da breitere Intervalle von feinkörnigen Protoplasma getrennt, reifenförmig, vorwiegend in circulärer Richtung. Indessen treten auch an vielen Stellen schräg verlaufende Fibrillen aus dem einen in das andere Bündel über. Aehnlich wie am Phyllopodenherzen, dessen Entstehung aus zwei symmetrischen Hälften ich früher für Branchipus beschrieben habe, wird die Herzmusculatur an der dorsalen sowie ventralen Seite, durch einen medianen, schmalen Sehnenstreifen, eine Art Raphe, unterbrochen, in welchen die Fibrillen beider Hälften gruppenweise wirtelförmig einstrahlen (Fig. 43 R).

Wenn schon diese beiden longitudinalen Streifen, die wir als Nahtlinien bezeichnen können, darauf hinweisen, dass das Herz durch Verwachsung einer rechten und linken Hälfte entstanden ist, so beseitigt die Untersuchung ganz junger Individuen oder zum Ausschlüpfen reifer Embryonen jeden Zweifel über diese Entstehungsweise und gestattet zugleich den Nachweis, dass jede Hälfte nur aus einer einzigen Reihe von transversal ausgezogenen, als Halbreifen quer über die bindegewebige Intima gelagerten Muskelzellen gebildet wird, deren Kerne in einer ziemlich regelmässigen Seitenreihe, ähnlich wie am Daphnidenherzen, hintereinander liegen. (Taf. VI, Fig. 42.)

Um sich von dieser Thatsache zu überzeugen, schneidet man an einem in Weingeist gehärteten jugendlichen Exemplare mittelst

eines kleinen Scalpells die Rückenwand, soweit sie das Herz umlagert, ab und breitet dieselbe auf dem Objectträger flächenhaft aus, so dass die Ventralfläche des Herzens mit der noch näher zu beschreibenden grosszelligen Bindegewebsplatte nach oben gewendet ist. Nach Behandlung mit Carmin, absolutem Alkohol und Terpentinöl gestattet das in Dammarlack eingelegte Präparat die eingehendste Untersuchung unter sehr starker Vergrösserung (Hartn. Syst. IX). Man unterscheidet ausser den rundlichen, schwach tingirten Kernen der oberflächlichen Zellenplatten die blassen, schmalen und langgezogenen Kerne der Bindegewebshäute des Herzens (B nu) und an jeder Seite die Reihe grosser, rundlicher Kerne der Muskelzellen (M nu.), welche sich durch ihre intensivere Tinction sowie durch ihren körnigen Inhalt so scharf von den beiden ersten Kernformen abheben, dass eine Verwechslung nicht gut möglich ist. Dazu kommt die Uebereinstimmung mit den Kernen anderer Muskeln und insbesondere mit denen der medianen Kernreihe, welche an der Dorsalseite des Darmcanales von entsprechend jungen Thieren durch die gleich intensive Färbung hervortritt und zu den in einer ventralen Nahtlinie verbundenen Ringmuskelnzellen der Darmwand gehört (Fig. 41).

Am vordern und hintern Ende des Herzschlauches nehmen die in der Nahtlinie zusammenlaufenden Fibrillen einen mehr schrägen, ja selbst longitudinalen Verlauf (vgl. das Daphnidenherz), und bilden auf diese Weise zugleich einen Mechanismus zum sicheren Verschluss der Ostien.

Höchst charakteristisch gestaltet sich die Gruppierung der Fibrillen im Umkreis der venösen Ostien, welche in der Richtung der Ringmuskelfasern die Herzwand spaltförmig durchbrechen (Fig. 44 Os.). An jedem Ende des Schlitzes laufen Bündel von Ringfasern in einen Knotenpunkt zusammen, von welchem wiederum kurze Faserbündel abwärts in schräg longitudinalem Verlauf ausstrahlen, um sich mit den angrenzenden Bündeln von Ringfasern zu vereinigen. Ferner treten aus dem Knotenpunkte gewissermassen als Fortsetzung der in ihrem Verlaufe unterbrochenen Ringfasern, Fibrillenbündel aus, welche bogenförmig den Spaltenrand umsäumen und die Musculatur der sichelförmig umgrenzten Lippen, der Klappen der Spaltöffnungen, veranlassen.

Auch an der Aussenseite der zarten Muskelschichte des Herzens findet sich eine überaus zarte, wie es scheint structurlose Grenzmembran, so dass die Muskelfibrillen mit ihrem feinkörnigen Protoplasma zwischen zwei zarten Häuten eingebettet

liegen (Fig. 46). An die äussere Hülle befestigen sich die bindegewebigen Faserzüge, welche die Fixirung des Herzens, sowohl am Querseptum als an der Körperwand unterhalten.

In der Mittellinie des Rückens verläuft an der Herzwand eine kleine Gruppe von feinen Längsfasern, zwischen welche an mehreren Stellen grosse spindelförmige Zellen eingelagert sind (Fig. 43 F B). Möglicherweise repräsentiren diese Gebilde den Nervenapparat des Herzens, zumal die Zellen (GZ) mit ihrem grossen Kern und Kernkörpern, Ganglienzellen nicht unähnlich erscheinen. Leider habe ich das Faserbündel nicht an lebenden Thieren verfolgt, sondern erst bei der Nachuntersuchung von Weingeist-exemplaren am isolirten Herzen regelmässig aufgefunden.

Die bindegewebigen Faserzüge und Membranen, welche als Mesenterien die Befestigung von Herz, Darmcanal und Nervensystem an der Leibeswand vermitteln, haben neben dem Werthe von Suspensorien noch eine zweite, nicht minder wichtige Function, der man bislang umsoweniger eine nähere Würdigung zu Theil werden lassen konnte, als die ausserordentlich reiche Entfaltung und regelmässige Ausbreitung dieser im Leibesraume ausgespannten Bindegewebshäute gar nicht gekannt war. Durch diese bindegewebigen Häute wird aber der Leibesraum in weite miteinander communicirende Perivisceralcanäle zerlegt, in denen das an zelligen Elementen (Fig. 52) reiche Blut nach seinem Austritt aus den Gefässöffnungen weiter strömt. Nicht in wandungslosen Lacunen der Leibeshöhle, sondern in wohlbegrenzten Canälen, in welche die Leibeshöhle durch Bindegewebshäute geschieden wird, vollzieht sich der regelmässige Kreislauf des Blutes, welches durch Löcher der bindegewebigen Scheidewände aus dem einen Canalbezirk in den anderen an bestimmten Stellen übergeführt wird.

Am mächtigsten entwickelt ist eine horizontale Lamelle, welche zwischen Herz und Darmcanal, der ventralen Wand des Herzens unmittelbar anliegend, quer durch den Leibesraum ausgespannt liegt. Dieses Septum tritt schon, wenn auch in minder vollständiger Ausbildung, bei den Phyllopoden auf und erklärt uns bei diesen Thieren die Möglichkeit entgegengesetzt gerichteter Blutströme am Rücken und an der Bauchseite des Darmcanals (vergl. meine citirte Arbeit über Daphniden).

Bei *Phronima* und Verwandten reicht dieselbe rechts und links etwa bis zur medianen Grenze der Gliedmasseninsertion (Taf. V, Fig. 37, 38), so dass die Bluträume im Innern der

Thoracalbeine dem dorsalen Canalsystem (DC) der Leibeshöhle zugehören würden, wenn sich nicht durch eine schräg aufsteigende Lamelle von dem mächtigen mittleren Dorsalcanal zwei seitliche Blutcanäle (SC) abgrenzten, mit welchen die Bluträume der Extremitäten communiciren. Der dorsale Canal (DC) hat offenbar vornehmlich die Bedeutung eines pericardialen Sinus, setzt sich aber noch über beide Enden des Herzens, so weit die Aorten reichen, in Kopf und Abdomen fort. Dem entsprechend hat die Querscheidewand auch nach Lage und Befestigung eine directe Beziehung zum Herzen, welches derselben unmittelbar auflagert und durch bindegewebige Faserzüge, sowie selbst Muskelfasern mit derselben verbunden ist. Histologisch erweist sich die Scheidewand als eine aus endothelähnlichen platten Zellen zusammengesetzte Membran (Fig. 40, 42). Nach Osmiumbehandlung treten Kerne und Zellgrenzen ausserordentlich schön und scharf hervor. Freilich sind es nicht überall geradlinige, scharfe Contouren, sondern oft dichter gelagerte dunklere Körnchengruppen, welche in der flachen Membran die Grenzen der Zellen bezeichnen. Einzelne Kerne besitzen eine unregelmässig gestreckte, nicht selten bisquitförmig eingeschnürte Form, welche auf Theilungsvorgänge hinweisen und das Vorhandensein mehrerer Kerne in den vergrösserten Plattenzellen erklären dürfte, wie sie häufig in dem Septum ausgebildeter Formen zu beobachten sind (Fig. 40). An ganz jungen Exemplaren findet man regelmässig nur einen einzigen Kern in jeder Plattenzelle (Fig. 42Z).

Zu der cardialen Scheidewand der Leibeshöhle tritt noch eine zweite, wenngleich zartere Bindegewebslamelle hinzu, welche der unteren oder ventralen Wand des Darmes fest anliegt und sich über die seitliche Grenze des Darmes hinaus ebenfalls horizontal unterhalb der ersteren Scheidewand ausspannt, der sie sich bald früher bald später anlegt, um von der seitlichen Befestigungsstelle aus ventralwärts umzubiegen und die Bauchwand des Leibes auszukleiden. Auf diese Weise wird ein mittlerer Blutcanal zwischen Herz und Darm (JC), sowie ein grosser ventraler Canal (VC) abgegrenzt, welchem die Ganglienreihe eingelagert ist. In dem hinteren Thoracalsegment verschwindet freilich der mittlere Canal bis auf seitliche Räume rechts und links vom Darmcanal, indem die Aorta abdominalis und mit ihr die zugehörige Septallamelle der dorsalen Darmwand oft in ganzer Breite anhftet. Im vorderen Abdominalsegmente gehen auch die Seiten-Darmcanäle verloren und nur die seitlichen grossen Bluträume mit der ein-

gelagerten bindegewebig begrenzten Musculatur bleiben neben dem dorsalen (DC) und ventralen (VC) Blutcanal zurück (Fig. 39).

Den Kreislauf habe ich in einer früheren Arbeit (Nr. 10) bereits im Allgemeinen beschrieben. Das durch die venösen Ostien in das Herz einströmende Blut wird durch die Contractionen der Herzwand zum Theil nach vorn in die vordere Magenarterie und in die Kopfaorta, theils rückwärts in die hintere Herzregion mit den hinteren Magengefässen und der Aorta abdominalis getrieben. Es theilt sich also der Blutstrom wie bei allen Arthropoden mit vorderer und hinterer Aorta in zwei nach entgegengesetzten Richtungen divergirende Bahnen, von denen die eine den Kopf und Vorderleib, die andere den Hinterleib versorgt. Aus der Oeffnung der abdominalen Aorta bewegen sich die Blutkörperchen theils nach der Bauchseite bis zum Ende des Abdomens fort, und steigen dann vom ventralen Blutcanal aus nach Abgabe von Stromschlingen in die Pleopoden wiederum dorsalwärts auf, theils kehren sie unmittelbar von der Gefässöffnung in dem dorsalen Blutcanal unterhalb der Körperwand über und zur Seite der Aorta nach den hinteren Ostien des Herzens zurück. Die in die Kopfaorta eingetretenen Blutkörperchen bewegen sich in der Umgebung des Gehirns nach dem dorsalen, andere nach dem seitlichen und ventralen Theil des Kopfes. Die ersteren kehren direct nach dem vorderen venösen Ostienpaare zurück, die anderen aber strömen, durch die aus den Magengefässen hervorkommenden Blutmengen verstärkt, an der Bauchseite in der Umgebung der Ganglienkette und an der Seite des Magens und Darms im Thorax herab, um sich grossentheils schon im vierten, fünften und sechsten Thoracalsegmente nach der Rückenseite umzuwenden und in das Herz zurückzuströmen. Die noch weiter abwärts gelangten Bluttheile wenden sich im ersten Abdominalringe bogenförmig nach der Rückseite um und folgen dem dorsalwärts aufsteigenden Blutstrom. Aus den im Thorax absteigenden Blutbahnen zweigen sich überall regelmässige Stromschlingen in Beine und Kiemen ab, um direct nach dem Herzen umzubiegen. In den vier vorderen Extremitäten, sowie in sämmtlichen Kiemen bewegt sich das Blut in einer hinteren Lacune absteigend und in einer zweiten an der Vorderseite der Extremität aufsteigend. Umgekehrt verhält sich die Stromschlinge in den drei hinteren Beinpaaren, indem hier das Blut an der Vorderseite herabfließt und längs des hinteren Randes aufsteigend zurückkehrt, ein Unterschied, welcher durch den

Gegensatz in der Lage dieser Extremitäten, sowie in der Winkelstellung der Knie- und Handbeuge seine Erklärung findet. Die drei hinteren Beinpaare haben den vier vorderen gegenüber gewissermassen eine Drehung um einen Winkel von 180 Grad erfahren.

Nervensystem und Sinnesorgane.

Gehirn- und Ganglienkette von *Phronima* sind bereits in früheren Arbeiten (Nr. 7, 10) nach Form und Gliederung im Allgemeinen beschrieben worden. Dieselben Verhältnisse kehren bei *Phronimella* und den übrigen Phronimidengattungen ziemlich unverändert wieder. Ebenso trifft für dieselben meine Berichtigung der Angabe Pagenstecher's in Betreff der Ganglienzahl zu, indem überall auf das Gehirn nicht 11, sondern nur 10 Ganglienpaare folgen. Auch das Bauchmark von *Hyperia* besitzt im Wesentlichen die gleiche Gestaltung, jedenfalls dieselbe Ganglienzahl, die freilich bei anderen Hyperidengattungen dadurch verringert erscheinen kann, dass die beiden letzten schon bei den Phronimiden unmittelbar hintereinander liegenden Thoracalganglien (*Simorhynchus*) völlig verschmelzen, eventuell auch noch das letzte, die Uropoden versorgende Abdominalganglion in das vorausgehende eingezogen wird und als selbstständiges Ganglion hinwegfällt. In solchen Fällen kann auch bei Hyperiden die Ganglienzahl der Bauchkette auf 9 oder gar 8 Paare herabsinken. Uebrigens sind auch bei *Phronima* (Fig. 11) und Verwandten die entsprechenden Ganglien einander so bedeutend genähert, dass die Concrescenz derselben, wie sie in einzelnen Hyperidengattungen auftritt, lediglich als eine höhere Stufe der Zusammenziehung aus jener ableitbar ist.

Das erste oder untere Schlundganglion (Taf. VI, Fig. 53) erscheint durch Verschmelzung einer ganzen Reihe von Ganglien entstanden, welche als mehr oder minder deutliche Abschnitte nachweisbar bleiben und als solche an der Vertheilung der Ganglienzellen (Ganglienlager) erkannt werden. Dies gilt besonders für die Ganglienlager, welche zu den Nerven der beiden Gnathopodenpaare gehören, also den aufgenommenen Ganglien der beiden vorderen Brustsegmente entsprechen. Aber auch die vorausgehenden Ganglienlager der Kiefersegmente sind, wenn auch minder deutlich, als quere Abtheilungen erkennbar. Somit würde die untere Schlundganglienmasse auf sechs, beziehungsweise sieben (da wir auch die Nerven des 2. Antennenpaares auf ein infraösophageales Centrum beziehen)

verschmolzene Ganglien zurückführbar sein. Das gleiche trifft auch für andere Hyperiden zu, nur dass hier das infraösophageale Ganglion wie bei *Oxycephalus* etc. einen viel langgestreckteren Abschnitt darstellen kann. Die Kiefernerve entspringen bei *Phronima*, weit aufwärts emporgerückt, erst im Verlauf der aufwärts gekrümmten Schlundcommissur (Fig. 53 N. Md.).

Auf das im Kopfe gelegene infraösophageale Ganglion folgen dann fünf Paare von Ganglienknotten der Brust, von denen das letzte unmittelbar unter dem vorausgehenden noch im sechsten Brustsegment liegt und seine seitlich austretenden Nervenstämmen in das siebente Segment zum siebenten Beinpaar entsendet. Von dem vorderen dieser Ganglienpaare, welches an der Grenze des zweiten Brustsegmentes liegt, wird das dritte, von dem zweiten das vierte, von dem dritten das fünfte und von dem vierten das sechste Beinpaar versorgt. (Fig. 11.)

Da von jedem Ganglion rechts und links nur ein Nervenstamm hervorgeht, so müssen Zweige desselben auch die Muskeln der zugehörigen Segmente innervieren. Aus den Längscommissuren der Thoracalganglien kommen bei *Phronima* keine Zwischenerven hervor, wie sich solche regelmässig bei den *Oxycephaliden* finden. Dagegen bemerkt man den Austritt von Seitenerven an den Längscommissuren der Abdominalganglien, und zwar versorgen diese Nerven dorsalwärts aufsteigend die Musculatur der Abdominalsegmente. Da das vordere Abdominalganglion am Ende des ersten Abdominalsegmentes seine Lage findet, so muss der Commissurenabschnitt, welcher jenes und das letzte Brustganglion verbindet, eine ausserordentliche Länge erreichen. Das vierte, unmittelbar dem vorausgehenden angelagerte Abdominalganglion entsendet die Nerven für die Uropoden und die Musculatur der entsprechenden hinteren Schwanzregion. An Embryonen repräsentirt dasselbe noch einen dreigliedrigen, in den drei hinteren Segmenten gelegenen Strang, welcher sich unter Verschmelzung der beiden letzten Glieder verkürzt, um schliesslich nach abermaliger Verschmelzung des Endstückes mit dem vorausgehenden Gliede als kleines Ganglion bis zum Hinterrand des dritten schwimmfusstragenden Segmentes vorgezogen, einer *Cauda equina* vergleichbar, in die Nerven der drei hinteren Extremitätenpaare (Uropoden) auszustrahlen.

Das letzte kleine Ganglion, mit welchem die Bauchganglienkette endet, entspricht demnach drei reducirten und mit einander verschmolzenen Ganglien, welche den drei hintern Abdominalsegmenten und deren Uropodenpaaren zugehören.

Auch für die Untersuchung des feineren Baues, für die Bestimmung des Faserverlaufes in den Nervencentren und des Verhaltens der Nervenfasern zu den Ganglienzellen erweisen sich die Phronimiden als höchst geeignete Objecte. Besonders empfehlen sich zu solchen Studien grosse Exemplare von *Phronima*. So weit ich mich selbst auf die Verfolgung der Strukturverhältnisse der Bauchganglien eingelassen habe, bin ich zunächst in der Lage, manche vornehmlich durch *Leydig's*¹⁾ Untersuchungen für das Bauchmark der Arthropoden gewonnenen Ergebnisse zu bestätigen, in anderen Punkten allerdings die allgemeine Geltung derselben zurückzuweisen. Vor allem ist es der Ursprung der peripherischen Nervenwurzeln, bezüglich dessen ich zu diametral entgegengesetzten Resultaten gelangt bin.

Die äussere Umhüllung der Ganglienkette ist eine feste glashelle Bindegewebsscheide, welche sich fast überall von dem Nervengewebe in weitem Abstand abhebt und an vielen Stellen unregelmässige Faltungen bildet. Zu derselben kommt noch eine sehr zarte interne Hülle hinzu.

Die äussere Nervenscheide, an welcher nur hier und da vereinzelte Kerne hervortreten, steht mit der bindegewebigen Zellenhaut, welche sich an der unteren Fläche als Septum ausspannt und von beiden Seiten nach der Bauchdecke des Leibesraumes umschlägt, in Verbindung, der Art, dass die gesammte Ganglienkette ventralwärts von dieser Membran umlagert, in den weiten Blutcanal der Bauchfläche aufgenommen wird.

Was den Bau der Ganglien betrifft, so bilden die Ganglienzellen einen oberflächlichen Rindenbelag derselben, während der centrale Inhalt aus feinen Nervenfibrillen, beziehungsweise aus der sogenannten Punktsubstanz *Leydig's* besteht, welche die centrale Füllung der beiden Hälften jedes Doppelganglions darstellt. In dichter, mehrschichtiger Häufung liegen die Ganglienzellen an den Seiten des Ganglienpaares zwischen der Eintritts- beziehungsweise Austrittsstelle der Längscommissur und den hervortretenden Seitennerven, so dass man rechts und links ein vorderes (Fig. 35, V Gl) und hinteres (H Gl) Ganglienlager unterscheiden kann. Dazu kommen noch an der Medialseite jedes Ganglions oberhalb der verbindenden Querbrücke beider Ganglien ein vorderes (M Gl') und ebenso unterhalb derselben ein hinteres mediales (M Gl'') Ganglienlager, welche untereinander und mit den seitlichen Ganglienlagern

¹⁾ *Leydig*, Vom Bau des thierischen Körpers, Handbuch der vergl. Anatomie. Tübingen. 1864.

durch eine oberflächliche Lage von Ganglienzellen an der unteren, der Bauchdecke zugekehrten Fläche des Doppelganglions in Continuität stehen (Taf. VII, Fig. 54), an der dorsalen Seite dagegen durch die hier oberflächlich zu Tage tretenden fibrillären Züge getrennt bleiben. Erst in der Tiefe, der schwach gewölbten ventralen Fläche des Doppelganglions genähert, markieren sich bei entsprechender Einstellung die beiden Centren der sog. molekulären Substanz, welche bei *Phronima* hinter den deutlich ausgeprägten Fibrillenzügen bedeutend zurücktreten. Nach Leydig sind die beiden den Kern jedes Ganglions (Ganglienhälfte, wenn man mit Leydig das Ganglienpaar oder Doppelganglion einfach als Ganglion bezeichnet) bildenden Centren von Punktsubstanz stets durch eine mächtige Quercommissur verbunden. Nun sind quere Verbindungsfasern gewiss überall zwischen beiden Centren vorhanden, ebenso gewiss aber stehen bei weitem die meisten der in jener Commissur enthaltenen fibrillären Züge mit der Punktsubstanz in keiner weitem Beziehung, sondern haben die Bedeutung selbstständiger, von benachbarten Ganglienzellen kommender, sich schräg kreuzender Nervenfasern, welche durch die Punktsubstanz hindurch in die Nerven des Doppelganglions übertreten. Diese Beziehung lässt sich an der Bauchkette von *Phronima*, in deren Ganglion die sogenannte Punktsubstanz auf Kosten der bestimmt ausgeprägten Züge von Nervenfasern bedeutend zurücktritt, mit Bestimmtheit nachweisen, so dass die bislang herrschende und noch neuerdings von Dietl¹⁾ sehr entschieden unterstützte Anschauung Leydig's, nach welcher die Fibrillen („streifige Substanz“) der peripherischen Nerven lediglich aus den centralen Herden von Punktmasse hervorgehen, gegen welche sich die Stiele der Ganglienzellen richten, um ihre fibrilläre Substanz dort beizumengen, unhaltbar erscheint.

Betrachten wir zunächst die näheren Verhältnisse der Gangliengruppen und ihrer Elemente, so ist zunächst hervorzuheben, dass die bei weitem grössere Mehrzahl der Ganglienzellen multipolare Ganglienzellen sind. Im Allgemeinen besitzen dieselben eine bedeutende mittlere Durchschnittsgrösse und einen

¹⁾ M. J. Dietl, die Gewebelemente des Centralnervensystems bei wirbellosen Thieren. Innsbruck 1878, pag. 22, 23. Dietl stellt noch dazu für die wirbellosen Thiere überhaupt die Behauptung auf, dass niemals Ausläufer von Ganglienzellen direct in die Bahnen der peripherischen Nerven übertreten, dass sich vielmehr überall erst aus der netzartig fibrillären „Marksubstanz“ die Faserzüge der peripheren Nerven sammeln.

relativ sehr grossen, meist mehrere Kernkörperchen einschliessenden Kern, welchen der membranlose Zelleib mantelartig umlagert. Nur an den ungewöhnlich vergrösserten Ganglienzellen, welche ganz constant in jedem vorderen und hinteren lateralen, sowie in dem hinteren medialen Ganglienlager auftreten, erscheint der Protoplasmakörper der Zelle ausserordentlich verstärkt und mächtig entwickelt (Taf. VII, Fig. 55 und 57). In der Regel gelingt es in jeder Gruppe zwei solcher, freilich nicht gleich grosser Riesenzellen nachzuweisen; indessen treten sie in dem vorderen Ganglienlager (Fig. 55, V Gl) zahlreicher auf, doch so, dass eine derselben die übrigen an Umfang bedeutend übertrifft. Sucht man die Nervenzellen an völlig intacten und vollkommen aufgehellten Präparaten (Osmium, Alkohol, Picrocarmin), in welchen die Theile in ihrer natürlichen gegenseitigen Lage unverändert erhalten sind, ihrer Form und Begrenzung nach genau zu bestimmen, so findet man allerdings an den unregelmässig eckigen, hie und da polygonalen Zellen fast regelmässig nur einen einzigen Nervenfortsatz, ist jedoch in günstigen Ausnahmefällen im Stande, einen zweiten, beziehungsweise dritten und vierten ungleich zarteren Ausläufer zu entdecken. Solche Bilder können nicht etwa auf künstlich erst durch die Untersuchungsmethode hervorgehobene Veränderungen des Protoplasmas zurückgeführt werden, da die Fortsätze viel zu langgezogene Fäden sind, auch jegliche Bindegewebshülle fehlt, von welcher sich etwa das geschrumpfte Protoplasma unter Zurücklassung peripherischer Stränge zurückgezogen haben könnte. Vielmehr wird umgekehrt, sobald für eine Anzahl solcher Ganglienzellen die Existenz mehrerer fibrillärer Protoplasmaausläufer neben dem stärkeren Nervenfortsatz mit Bestimmtheit erkannt wurde, der Mangel ähnlicher Ausläufer an den Ecken der übrigen Zellen auf eine abnorme Veränderung, auf Unterbrechung der Continuität peripherischer Fortsätze mit dem Zelleib zurückzuführen sein. Unter solchen Umständen wage ich nicht nur die grössere Mehrzahl der Ganglienzellen von Phronima als multipolare im Sinne der multipolaren Zellen aus dem Rückenmark der Vertebraten zu deuten, sondern das Vorkommen unipolarer Zellen zu bestreiten, jedenfalls für höchst unwahrscheinlich zu halten. Die zarten, als protoplasmatische zu bezeichnenden Ganglienfortsätze würden wohl zu dem sehr feinen Netzwerk der sogenannten Punktsubstanz auch bei den Arthropoden in gleicher Beziehung wie bei den Vertebraten stehen. Jedenfalls repräsentirt das vermeintliche Netzwerk der Punktsubstanz nicht die Centren, aus

welchen die peripherischen Nerven hervorgehen, sondern könnte nur das Communicationssystem der centralen Herde der Nerven-erregung, der Ganglienzellen sein, deren Nervenfortsätze als Wurzeln in die peripherischen Nervenbahnen übergehen. Wahrscheinlich aber handelt es sich in der Punktmasse zum grösseren Theile um eine bindegewebige der Neuroglia der Vertebraten vergleichbare Substanz, zu der die kleinen ovalen Kerne gehören, welche im Innern der Marklager auftreten.

Eine zweite Form von Ganglienzellen, deren Auftreten bei Wirbellosen von keiner Seite bestritten wird, ist die bipolare Nervenzelle. Dieselbe wird auch in dem Ganglion von *Phronima* vornehmlich in dem oberen medialen Ganglienlager und in dem ventralen epithelähnlichen Belage von Ganglienzellen leicht aufgefunden. Die bipolaren Zellen (Fig. 56, b) gehören vorwiegend zu den kleineren Ganglienzellen und sind rundliche bis spindelförmig verlängerte Körper mit grosser Kernblase und zwei untereinander wie es scheint gleichwerthigen Nervenfortsätzen an den beiden wohl meist gegenüberliegenden Polen der dünnen Protoplasmawand. Es liegt nahe, einen Theil derselben auf Centren der sympathischen Nerven zu beziehen, und da bei *Phronima* und verwandten Gammariden von den Bauchganglien abgesetzte gesonderte Eingeweideganglien nicht existiren, so erscheint die Vermuthung berechtigt, dass die entsprechenden Centren innerhalb der Scheide des mächtigen Bauchganglions in diesem selbst enthalten sind und ihre Fasern den breiten seitlichen Nervenstämmen hinzugesellen. Die sympathischen Fasern würden dann in einzelnen der bipolaren Ganglienzellen wurzeln, welche gerade an denjenigen Stellen auftreten, an welchen bei den Hexapoden gesonderte sympathische Ganglien ihre Lage haben (vergl. Leydig l. c. Taf. IX Fig. 2, Ganglion von *Carabus*). Allerdings ist bislang selbst über das anatomische Verhalten des Sympathicus im Kreise der Arthrostraken wenig bekannt, was über die von Leydig¹⁾ für *Oniscus*, *Porcellio*, *Asellus* etc. gemachten Angaben hinausreicht. Doch werden wir im Organismus der Amphipoden schwerlich an der Existenz von sympathischen Nerven zweifeln können, welche den Schlund und Magen, den Darm, sowie die Herzmusculatur versorgen.

Ob freilich der von mir bei Besprechung des Herzens beschriebene dorsale Fibrillenstrang mit seinen grossen, Ganglien ähnlichen Zelleinlagerungen wirklich nervöser Natur ist, mag vor-

¹⁾ Vergl. Leydig l. c. pag. 206.

läufig dahingestellt sein, sicher verläuft auf der Dorsalfläche des Oesophagus und Magens ein unpaarer medianer Nerv, wie man sich leicht an jedem gelungenen Querschnitte überzeugen kann. Wahrscheinlich entspringt auch dieser Schlundnerv direct dem Gehirn, da ich vergeblich nach einem unpaaren Stirnganglion suchte, welches nach Leydig bei den Isopoden in der That vorhanden sein soll. Den unpaaren Schlundnerven findet man aber auch an der untern Gehirnfläche als medialen Nerven wieder.

Was nun den Faserverlauf im Bauchmark anbetrifft, so lässt sich zunächst mit grosser Bestimmtheit die Thatsache nachweisen, dass die longitudinalen Fasern der sogenannten Längscommissuren zum grossen Theil als breite dorsale Fibrillenstränge das nachfolgende Ganglion in gerader Richtung durchsetzen, während allerdings die äussersten Fibrillenbündel in der vorderen Hälfte des Ganglions auswärts umbiegen und in die Seitennerven einstrahlen. Eine Trennung von oberen (dorsalen) und unteren (ventralen) Strängen im Sinne Newport's, von denen die erstern motorisch, die letztern sensibel sein sollen, vermochte ich eben so wenig für *Phronima*, wie Leydig für andere Arthropoden zu constatiren, wengleich ich durchaus für wahrscheinlich halte, dass die Fibrillenzüge an der ventralen Fläche des Bauchstranges in der That die centripetalen sensiblen Elemente sind. Dagegen habe ich wiederum eine Auflösung von tiefer liegenden Fibrillen dieser beiden Marksäulen in die reticuläre Punktsubstanz nicht bestätigen, beobachten können, so dass ich zunächst nur als feststehend betrachte, 1. dass ein Theil der Längsfasermasse das Ganglion vollständig durchsetzt und zur nächsten Commissur geht, und 2. dass ein kleiner Theil von Fasern nach aussen umbiegt und in die Seitennerven einstrahlt.

Der bei weitem grössere Theil der Faserzüge, welche in den Seitennerven eintreten, wurzelt in den Elementen des Ganglions selbst, aber nicht in der molekulären oder reticulären Punktsubstanz, sondern in den Nervenfortsätzen der Ganglienzellen, welche keineswegs wie gestielte Kugeln der centralen Punktsubstanz aufsitzen, sondern ihre Nervenfortsätze als ein doppeltes System sich kreuzender Querfasern nach der entgegengesetzten Hälfte des Doppelganglions in die Seitennerven entsenden. Diese, wie mir scheint, bedeutungsvolle Thatsache von dem gekreuzten Ursprung zahlreicher Nervenbahnen in den Ganglien der Bauchkette lässt sich an glücklichen Präparaten mit aller Sicherheit constatiren (Fig. 55). In der vorderen Hälfte

der commissurenähnlichen Querbrücke jedes Ganglions kreuzen sich die schräg herabsteigenden Fasersysteme der vorderen seitlichen Ganglienlager, in der unteren Hälfte derselben die entsprechenden Faserzüge der hinteren seitlichen Ganglienlager, so dass der Nervenstamm der linken Seite vom Ganglienlager der rechten einen guten Theil seiner Fasern empfängt. Zwischen dem vorderen und hinteren Systeme der sich kreuzenden Fasern verlaufen noch rein transversale Fibrillenzüge, welche mit grösserem Rechte auf Quercommissuren beider Ganglienhälften bezogen werden könnten, indessen wohl zum grossen Theile als tiefere Fasern beider Kreuzungssysteme zu betrachten sind. Immerhin aber bestehen transversale Verbindungsfasern zwischen beiden Ganglienhälften, welche die Bedeutung einer Quercommissur haben.

Nun aber mengen sich den Faserzügen jedes Seitennerven zahlreiche Fibrillen aus Ganglienzellen der gleichen Hälfte ein, indem die Nervenfortsätze aus den seitlichen Ganglienkernen sogleich in bogenförmigem Verlaufe nach aussen biegen und in die Nervenstämme eintreten. Zu diesen ungekreuzten Faserzügen gehören auch die aus den grossen Riesenzellen entspringenden breiten bandförmigen Nervenfasern, welche sich sehr deutlich von den umgebenden zarteren Fibrillen abheben (Fig. 55, Fig. 57) und bis in den vorderen Abschnitt des seitlichen Nervenstammes verfolgen lassen. Zu diesen ungekreuzten Nervenbahnen gehört auch ein Theil der aus dem vorderen medialen Ganglienlager und dem angrenzenden ventralen Zellenbelage hervortretenden Fibrillen, während umgekehrt die Zellen des hinteren medialen Ganglienlagers dem gekreuzten Fasersysteme angehören und auch die „Stiele“ der oberflächlichen Ganglienzellen an der unteren Hälfte des Doppelganglions grossentheils schräg aufwärts nach der Medialseite gerichtet sind (Fig. 54).

Endlich wird man auch in der aus dem Ganglion austretenden Längsfasermasse, welche sich als Längscommissur zum nächsten Ganglion erstreckt, eine Anzahl selbstständig aus den Centren des Ganglions entsprungener und den durchtretenden Faserzügen beigemengter Nervenfibriillen zu erwarten haben, da der Durchmesser der Fibrillensäule beim Austritt aus dem Ganglion keineswegs so bedeutend vermindert ist, wie solches bei dem directen und indirecten Uebergang der seitlichen Faserbündel in die Seitennerven ohne den Hinzutritt neuer Fasern der Fall sein müsste. In der That weist man an günstigen Präparaten schräg absteigende, tiefe Faserzüge nach, welche aus den vorderen Ganglienlagern jeder Seite in die beiden Hälften der Längscommissur ein-

treten. Auch scheinen aus den hinteren Ganglienlagern bogenförmig umbiegende Fasern unter Kreuzung in die Längscommissur herabzusteigen.

Um über die physiologische Bedeutung der verschiedenen Fasersysteme und Gangliengruppen eine bestimmtere begründete Vorstellung zu gewinnen, möchten die spärlichen, nur im Grossen und Ganzen die Fibrillenbahnen bezeichnenden anatomischen Beobachtungen nur höchst beschränkte und wenig sichere Anhaltspunkte ergeben. Immerhin wird, zumal ein Vergleich zu den freilich auch noch höchst mangelhaft bekannten Detailverhältnissen des Rückenmarkes der Vertebraten wünschenswerth erscheint und vielleicht zur Aufstellung einiger Gesichtspunkte führt, der Versuch einer physiologischen Ergänzung des gewonnenen Bildes gestattet sein.

Wenn wir an die Auffassung der Autoren, wie Newport und Helmholtz anknüpfend, die tieferen, das heisst der Bauchdecke zugekehrten Faserzüge als sensible, die höheren dorsalen als motorische betrachten, so würde diese Deutung nicht nur der morphologischen Beziehung von Vertebraten- und Articulatenleibern vollkommen entsprechen, sondern auch gut zu dem ventralen Belag von Ganglienzellen stimmen, in welchem die gewissermassen im Centrum zurückgebliebenen Aequivalente der Spinalganglien zu suchen wären. Die grossen Ganglienzellen und ein Theil der multipolaren Elemente aus den seitlichen Ganglienkernen würden als motorische, die Ganglienzellen mit den tiefer liegenden, sich kreuzenden Faserzügen als reflectorische Centren in Frage kommen, zu denen endlich die am tiefsten ventralwärts verlaufenden mit dem oberflächlichen Belage von Ganglienzellen in Verbindung stehenden Faserzüge als vorwiegend sensibler Natur hinzukommen.

Die in den Schlundcommissuren zu den Längscolumnen des Bauchstrangs absteigenden Fibrillenbündel würden die centralen Leitungswege repräsentiren, welche mit dem obersten Gliede des Projectionssystemes, dem Sitze der Empfindung und des Willens in continuirlicher oder durch Internodien von zwischengeschobenen Ganglien vermittelter, indirecter Verbindung stehen. In welchen Theile des Gehirnes wir jenes System von Ganglienzellen zu suchen haben, wird sich bei Besprechung des letztern mit Wahrscheinlichkeit ergeben.

Im Allgemeinen stimmen die einzelnen Ganglienpaare der Thoraxsegmente nach Lage und Anordnung der Ganglienzellen, sowie nach Faserverlauf untereinander überein, auch die beiden hinteren bis zur Verschmelzung aneinander gerückten Brustknoten zeigen bei merklich reducirter Grösse die gleichen Verhältnisse,

jedoch mit der Modification, dass die hinteren Ganglienlager des vorletzten und die vorderen des letzten Ganglions im Umkreis der verkürzten Längscommissuren ohne Grenzen in einander übergehen. Das letzte Ganglion, dessen Nerven das 7. Brustsegment nebst zugehörigem Gliedmassenpaare versorgen, erscheint zudem schmaler und weit mehr gestreckt, indem die Austrittsstelle der Seitennerven an das hintere Ende, unmittelbar neben die austretenden schwächtigen Längscommissuren, gerückt ist, deren Fasermenge eine beträchtliche Reduction erfahren hat. Auch das aus Verschmelzung von 6, beziehungsweise 7 Ganglien entstandene untere Schlundganglion, welches wir nach Werth und Bedeutung dem Bauchmark gleichsetzen, immerhin aber mit Leydig als untere Gehirnportion bezeichnen und dem Nachhirn nebst Kleinhirn der Vertebraten vergleichen können, zeigt durchaus die gleichen Faserzüge und Ganglienlager, letztere freilich auf zusammenhängende seitliche und mediane Reihen von Nervenzellen zusammengezogen.

Die vergrößerte Zahl der Commissuren und der sich kreuzenden queren Fibrillenzüge in der untern Schlundganglienmasse gibt einen Ausdruck für die Zahl der verschmolzenen Ganglienpaare, von denen wir die beiden letzteren mit ihren vereint austretenden Seitennerven ohne Weiteres als die Ganglien der beiden vorderen, die Gnathopoden tragenden Thoracalringe erkennen. Für die vier (fünf) vorausgehenden Ganglienpaare ergibt sich freilich eine viel innigere Concreescenz, welche darin ihren eigenthümlichen Charakter erhält, dass die entsprechenden, zu den Mundesgliedmassen (und zur 2. Antenne) gehörigen Nerven, den Fasern der Schlundcommissur beigemischt, erst im Verlauf derselben zum Theil kurz vor ihrem Eintritt in das Gehirn als Nerven¹⁾ hervortreten (Taf. VI, Fig. 53). So erscheint es auch begreiflich, dass sich der Ganglienbelag über die Commissur bis zum Uebergang in die Stammlappen des Gehirns fortsetzt, und dass an der Eintrittsstelle derselben in das untere Schlundganglion eine mächtige Lage schlingenförmig

¹⁾ Ich betrachte diese bei *Phronima* für die Nerven der Kiefer gefundene Thatsache als einen interessanten und wichtigen Beleg für die bereits früher (C. Claus. Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems, Wien, Gerold 1876) von mir vertretene Auffassung, dass die Nerven für die 2. Antennen nicht im Gehirn, sondern in der untern Schlundganglienmasse wurzeln aus der sie bei Daphniden und Phyllopoden noch direct hervortreten, während bei anderen Formen ihre Austrittsstelle in die Commissur und endlich in das Gehirn verlegt wird.

umbiegender, an jeder Seite aufwärts emporsteigender Nervenfasern, welche gekreuzten Faserzügen entsprechen, bemerkbar wird. Die Schlundcommissur repräsentirt mit anderen Worten zum guten Theil den vorderen Abschnitt des infra-ösophagealen Ganglions selbst.

Ein ganz besonderes Interesse auch mit Bezug auf den dargestellten Bau der Ganglien dürfte die feinere Structur des Gehirns beanspruchen, dessen breitgezogene Form bereits von A. Pagenstecher (Nr. 7) und neuerdings von Oscar Schmidt²⁾ im Allgemeinen beschrieben und zutreffend abgebildet worden ist. Die beiden medialen, durch ein queres Commissurensystem verbundenen Anschwellungen scheinen nach Bau und Gestalt ein Ganglion der Bauchkette zu wiederholen, verlängern sich jedoch nach dem Scheitel zu in zwei conisch erhobene, vornehmlich im männlichen Geschlecht hervortretende Zipfel, welche durch einen bandförmigen Fortsatz ihrer Bindegewebs Scheide am Kopftintegument fixirt sind (Fig. 58 Li'). Der vordere frontale Abschnitt des primären Hirnganglions endet mit kolbig vorgewölbten Lobi, dessen Form nach Alter und Grösse innerhalb gewisser Grenzen variirt. Beide Vorderlappen sind nur durch eine sanfte mediane Einbuchtung getrennt und nehmen an ihrer unteren, dem Oesophagus aufliegenden Fläche die Fasermasse des Schlundrings auf, welche wir nach dem beschriebenen Faserverlauf des Bauchmarks von vorn herein geneigt sind, dem Grosshirn-Schenkelsystem der Vertebraten zu vergleichen.

An der äussern Seite des Vorderlappens entspringt dorsalwärts der lange, schräg über das Gehirn rücklaufende Nerv für die vordere Antenne (A'N). Ventralwärts an der Uebergangsstelle der Commissur wurzelt ein sehr schwächtiger, beim Männchen etwas stärker entwickelter Nerv, den ich als zur zweiten Antenne, beziehungsweise deren Rudiment, gehörig betrachte. Einen besondern frontalen Sinnesnerven habe ich nicht nachweisen können, doch ist es sehr wahrscheinlich, dass ein zarter medialer Zweig, welcher an einer durch Einlagerung von Ganglienzellen verbreiterten Stelle des mächtigen Antennennerven entspringt, auf das leider auch nicht aufgefundene frontale Sinnesorgan Bezug hat.

An der Aussenseite des mittleren, als primärer Gehirnabschnitt zu betrachtenden Doppelganglions erhebt sich eine umfang-

²⁾ O. Schmidt. Die Form der Krystallkegel im Arthropodenaugen. Zeitschrift für wiss. Zool. Tom. XXX. Supplementband 1878.

reiche Anschwellung (Ag), deren Bedeutung als Augenganglion umsoweniger zweifelhaft sein kann, als dieselbe das Fasersystem der Augennerven entsendet. Das Augenganglion hat eine unregelmässig kugelige Form, erscheint aber stets an seiner Vorderfläche in einen medianwärts schräg vorspringenden Höcker ausgezogen, welcher zur Seite des Vorderlappens eine tiefe, länglich ovale Einbuchtung veranlasst (Fig. 58 J.). Etwas stärker prominirt eine Erhebung in der Mitte der Vorderfläche, sowie eine dritte weiter nach auswärts gelegene Vorwölbung an der hinteren, das heisst dem Scheitel zugekehrten Fläche.

Die beiden vordern Vorsprünge sind durch einen verdickten Ganglienzellenbelag, dessen angeschwollene Enden sie darstellen, verbunden und bilden gewissermassen eine schräg gestellte kappenförmige Gangliendecke, welche die Vorderfläche des später näher zu berücksichtigenden innern Marklagers umgrenzt. Die hintere knieförmig vorspringende Anschwellung ist ebenfalls eine Häufung von Ganglienzellen, welche mit den hintern Gehirnlappen durch ein langgezogenes Lager von Ganglienzellen in continuirlicher Verbindung steht.

Schon im Augenganglion vollzieht sich die Sonderung der zu den Sehorganen gehörigen Nervenbahnen in zwei völlig getrennte Faserzüge, welche nach ihrem Austritt einen oberen, dem Ganglion aufliegenden und einen seitlichen, zum Wangenauge gehörigen Fasercomplex bilden. Die Bedeutung des letzteren als Sehnerv (Opt.) ergibt sich unmittelbar, da das seitliche Ende desselben in den ganglionären Theil der Retina (Fig. 58 R.) übergeht, welcher sich in die Retinafasern und relativ kurzen Nervenstäbe (N St) des verhältnissmässig breiteren Augenkegels fortsetzt

Schwieriger ist der dem Augenganglion aufliegende Fasercomplex zu analysiren, aus welchem die Retina des grossen Scheitelanges hervorgeht. Derselbe entspringt dem hinteren, dem Scheitel zugekehrten Abschnitt des Augenganglions und setzt sich aus einer breiten aber flachen Lage schräg nach vorn convergirender Fibrillen zusammen, die nach Aufnahme bipolarer Ganglienzellen in die Retinafasern zu den langen Nervenstäben umbiegen. Die letzteren sind in Form eines langgestreckten spitzen Kegels zusammengedrängt, dessen Basis sich der Scheitelfläche zugekehrt, während die Spitze desselben, dem convergirenden Verlaufe der Opticusfasern entsprechend, nach vorn gerichtet ist und mittelst eines strangförmigen aus der Hülle des Auges hervorgehenden Bandes (Fig. 58 Li^u) vorn am Integumente des

Kopfes, einwärts vom Ursprung der 2. Antenne befestigt wird (Fig. 20). Die feste bindegewebige Membran, welche gewissermaßen als eine Art Sclera das Scheitelauge, sowie auch das Seitenauge der Wangengegend umhüllt, geht als directe Fortsetzung aus der äusseren meist weit abgehobenen Nervenscheide des Gehirnes hervor.

Was die Gewebelemente anbelangt, welche im Gehirn auftreten, so wiederholen sich dieselben Formen von Nervenzellen, deren bereits bei Besprechung der Ganglien des Bauchstrangs gedacht wurde. Insbesondere kehrt der einschichtige Ganglienzellenbelag wieder, welcher die obere (mit Rücksicht auf die Lage zur Stirn) frontale Oberfläche des primären Hirnabschnitts bedeckt und der ventralen Bekleidung jener Ganglien entspricht, zu denen der primäre Gehirnabschnitt — von den ihm ausschliesslich zukommenden, auf bewusste Empfindung und Willensäusserung bezüglichen Elementen abgesehen — ein entsprechendes, wenn auch nicht völlig homologes Glied für das vordere oder Antennensegment¹⁾ des Kopfes repräsentirt. Beträchtlich vergrösserte

¹⁾ Es bedarf bei dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen überhaupt keiner weiteren Erörterung, dass von einem Augensegment im Sinne eines Metamers mit seinem Gliedmassenpaare weder bei sitzängigen, noch bei stielängigen Arthropoden die Rede sein kann. Wenn aber das Nervencentrum für das zweite Antennenpaar nebst zugehörigem Segmente in den Gehirnpartien der Commissur oder gar in dem untern Schlundganglion zu suchen ist, so wird klar, dass das so mächtig entwickelte Gehirn, in welchem sich die Centren des Sensoriums concentriren, in seinem primären Abschnitt lediglich ein einziges Segmentganglion enthält. G. Bellonci hat daher nicht das Richtige getroffen, wenn er in seiner Abhandlung „Morfologia del sistema nervoso della Squilla Mantis“ (aus den *Annali del museo civico di storia naturale di Genova* 1878) die Ansicht begründen zu können glaubt, nach welcher das Gehirn von *Squilla* aus drei Ganglienpaaren hervorgegangen sei. Dagegen vergleicht Berger mit besserem Rechte das Gehirn einer Raupe mit einem dorsalwärts umgewendeten Bauchganglion. Im Vergleiche mit den Anneliden und der Lovénschen Larvenform entspricht der primäre Gehirnabschnitt mit seinem paarigen oder dreitheiligen (Copepoden-) Stirnauge nebst Antennenpaar der Scheitelplatte welche die Uralage des supraösophagealen Nervencentrums der Gliedertiere, beziehungsweise das Ganglienpaar des primären Kopfabchnitts repräsentirt. In diesem Punkte vertrete ich vollkommen die von Hatschek ausgesprochene Auffassung. Dagegen ist das Augenganglion ein mit der Entwicklung des Seitenauges secundär hinzugetretener Gehirntheil. Andererseits ist es klar, dass der primäre Gehirnabschnitt ebensowenig ein dem Segmentganglion vollkommen homologer Theilabschnitt des Nervensystems ist, als der zugehörige Kopftheil einem Körpersegmente complet gleichwerthig sein kann, da er aus der specifisch organisirten, prävalirenden Vorderregion eines ursprünglich ungegliederten Körpers hervorgegangen ist, dessen nachfolgendem Abschnitt die Segmente als untereinander gleichwerthige Theilstücke vom Werthe subordinirter Individuen entsprungen sind.

Ganglienzellen vertheilen sich auf mehrere paarig gelagerte Gruppen, von denen die vordere hinter der Austrittsstelle des mächtigen Antennennerven liegt (Fig. 62, G Gz'). Eine zweite Gruppe findet sich mehr medialwärts, aber auch an der obern dorsalen Gehirnofläche an der Basis des hutförmigen Hinterlappens (G Gz''). Tiefer und mehr der ventralen, dem Schlunde aufliegenden Fläche genähert liegt eine mediale Gruppe sehr grosser Ganglienzellen an dem tiefen hintern Hirnausschnitt zwischen den beiden hutförmigen Hinterlappen (G Gz'''), sodann findet sich eine reihenförmig geordnete Gruppe solcher Nervenzellen (G Gz''') seitlich am Hinterrande in dem langgezogenen seitlichen oder Grenzganglienlager, welches die Verbindung zwischen Gehirn und Augenganglion herstellt (Gr. Gl.). Endlich kommen Gruppen grösserer Nervenzellen an der medialen Grenze des Augenganglions, sowohl an der obern frontalen, als an der untern Oberfläche vor, welche letztere bis auf wenige Stellen des Belages von Ganglienzellen entbehrt und verschiedene Systeme von Faserzügen, unter ihnen insbesondere die hintere mächtige Quercommissur unterhalb der Bindegewebsscheide frei zu Tage treten lässt. Selbstverständlich liegt es mir fern, die Function der erwähnten Gangliengruppen mit Rücksicht auf die bedeutende Grösse der Elemente gleichartig zu beurtheilen und in denselben Aequivalente der wahrscheinlich zu motorischen Faserzügen gehörigen Riesenzellen des Bauchmarks zu vermuthen. Es würde eine solche Gleichstellung a priori um so weniger zulässig erscheinen, als ja auch im Bereich der Centren im Vertebratengehirn grosse Ganglienzellen auftreten und sodann in unserm speciellen Falle nur sehr spärliche Muskelemente (der vordern Antenne) vom Gehirne aus ihre Nervenfasern erhalten.

Weder an den grössern noch an den kleinern Ganglienzellen des Gehirns habe ich mit derselben Bestimmtheit wie an denen des Bauchmarks den Eindruck von multipolaren Zellen gewinnen können und vermag daher die Vorstellung nicht ganz zurückweisen, dass unter denselben auch unipolare Elemente enthalten sein möchten.

Eine besondere Formation sehr kleiner granulirter Nervenzellen, wie sie an den Bauchganglien vermisst werden, gehört dem Augenganglion an, welches vornehmlich an seiner obern Fläche bis auf ein halbmondförmiges Feld über dem medialen Theile des innern Marklagers (Fig. 62) von einem ziemlich dichten Belag dieser kleinen Nervenzellen bedeckt wird. Derselbe verstärkt sich aber an den beschriebenen, winklig vortretenden Höckern

zu ganz ansehnlichen kappenförmigen Ganglienlagern, von denen das hintere und in geringerm Masse das seitliche Ende des vordern Lagers zwischen die Markmasse keilförmig einspringen und durch diese innern Ausläufer die Enden einer Bogenlinie bezeichnen, welche die Grenze eines innern und äussern bereits von E. Berger unterschiedenen Marklagers darstellt (Fig. 58 JMI und AMI). Dazu kommt noch eine mächtige Häufung von Ganglienzellen an der Austrittsstelle, besonders des seitlichen Sehnerven, die wohl zum Theile dem keilförmigen Ganglion, welches Berger¹⁾ bei Decapoden und Insecten zwischen Opticus und äusserm Marklager des Augenganglions unterschieden hat, gleichwerthig sein möchte.

Centrale, im Innern des Gehirns gelagerte Gangliengruppen, sogenannte „Ganglienkerne“, sind nicht vorhanden, und wenn wir von einzeln zweifelhaften Zellen absehen, welche an der Grenze beider Marklager des Augenganglions zwischen den sich kreuzenden Fasern eingelagert sind, so dürften die kleinen, vorwiegend ovalgestreckten bis spindelförmigen Kerngebilde im Innern des Gehirns durchwegs bindegewebiger Natur sein. Es wurde früher schon hervorgehoben, dass wie bei andern Arthropoden ausser der festen in unserem Falle weit abgehobenen Scheide noch eine innere zarte, durch kleine schmale Kerne bezeichnete Bindegewebshülle vorhanden ist, von welcher das in das Innere eintretende bindegewebige Fasergerüst nebst den zugehörigen ovalen bis spindelförmigen Kernen abzuleiten sein dürfte.

Den bei weitem vorwiegenden Antheil an der Bildung des centralen, vom gangliösen Rindenbelag und den gehäuften Ganglienlagern umgebenen Hirnmarks nimmt die fibrilläre Nervensubstanz, welche theils in Form sehr regelmässiger, verschieden sich kreuzender Faserzüge, theils als bestimmt begrenzte Lager sog. molecularer Punktsubstanz, oder, um Dietl's Bezeichnung zu gebrauchen, „Marksubstanz“ zur Erscheinung kommt. Die letztern erweisen sich aber an günstigen Präparaten bei Anwendung sehr starker Vergrösserungen mehr oder minder deutlich als dichte Lager verschlungener und sich kreuzender Fibrillenmassen, zu denen man in der Regel den Ein- und Austritt der zugehörigen Fibrillenbündel nachweisen kann. Eine besondere, von den Fibrillen verschiedene moleculare Substanz ist nur in beschränktem Masse

¹⁾ E. Berger, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zool. Institut etc. Tom. I. Wien 1878.

in den Marklagern des primären Gehirns zu constatiren. In reichlicher Masse sind von derselben lediglich die beiden als äusseres und inneres zu unterscheidenden Marklager des Augenganglions erfüllt. In diesen handelt es sich um eine überaus feine Molecularmasse, durch welche die sich in verschiedenen Richtungen kreuzenden Nervenfibrillen hindurchtreten.

Von den Marklagern, welche bei Durchmusterung des aufgehellten Gehirns schon unter schwachen Vergrösserungen bemerkbar werden, sind folgende hervorzuheben: Das vordere oder das Marklager der Antennenanschwellung (VMI), das hintere Marklager (HMI) der hutförmigen Hinterlappen, das seitliche Marklager (SMI) zwischen dem letztern und dem Augenganglion, endlich das innere (IMI) und äussere Marklager (AMI) des Augenganglions (AG). Untersucht man das aufgehellte Gehirn mittelst stärkerer Vergrösserung (Hart. Syst. VI bis IX), so findet man noch deutlich umgrenzt ein kleineres mediales Marklager (MMI) an der Basis der Hinterlappen und endlich den unpaaren Centrankörper (CK), welcher wohl mit der von Dietl¹⁾ als fächerförmiges Gebilde bezeichneten Differenzirung identisch ist (Fig. 59). Der letztere bildet die Ausfüllung eines centralen Raumes zwischen höherer (IB') und tieferer (IB'') Faserschichte des innern Balkens und nimmt rechts und links Faserbündel aus der Schlundcommissur auf, welche wieder in die hintern medialen Marklager eintreten.

Eine schwierig zu entscheidende aber um so wichtigere Frage ist die nach der Art und Weise, wie die unterschiedenen Gangliensysteme sowohl untereinander, als mit den Marklagern in Verbindung stehen und wie sich die aus ihnen hervorgehenden Fasersysteme zu einander und zu den Fasercolumnen der Schlundcommissur verhalten. Man sollte von vornherein glauben, dass die Schwierigkeiten, welche der Lösung einer solchen Aufgabe am Gehirn der hochorganisirten Decapoden, wie Flusskrebs und Squilla, sowie der Insecten²⁾ entgegenstehen und seither auch nicht annähernd überwunden werden konnten, an einem kleinern und ein-

¹⁾ M. J. Dietl, Die Organisation des Arthropodengehirns. Zeitschrift für wiss. Zool. Tom. XXVII. 1876, pag. 498.

²⁾ Vgl. ausser Dujardin, Leydig, Dietl, Berger und Bellonci l. c. noch die Arbeit von Rabl-Rückhardt, Studien über Insectengehirn, Archiv für mikrosk. Anatomie 1875, sowie Dietl, Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere. Stzb. d. k. Akad. d. Wissensch. 1878. J. H. L. Flögel, Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insectenordnungen. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Tom. XXX. Supplementband. 1878.

facher organisirten Crustaceengehirn mit Hilfe systematisch durchgeführter Schnittreihen zu bewältigen sein möchten und dass das Gehirn von Phronima zu diesem Behufe ein besonders günstiges Object sei. Wenn nun auch das letztere unbedingt zutrifft, so ergeben sich doch bei näherem Eingehen auch hier so ausserordentlich verschlungene und complicirte Verhältnisse, dass die Hindernisse einer befriedigenden Einsicht mit dem fortschreitenden Eingehen in das Detail immer grösser werden.

Immerhin gelingt es wenigstens im Grossen und Ganzen, die Hauptfaserzüge und Verbindungen zu eruiren und zwar nicht sowohl mit Hilfe von Schnittreihen, als durch die Gunst der Configuration und Gestaltung des Gehirns selbst, welches in toto aufgehell't, unter starken Vergrösserungen durch seine ganze Dicke in verschiedenen Ebenen — von der dorsalen bis zur ventralen Oberfläche hin — verfolgt werden kann. Zieht man dann noch zur Controle der auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse sagittale und transversale Schnitte heran, so wird es wenigstens möglich, über einige der wichtigsten Punkte bemerkenswerthe Aufschlüsse zu gewinnen, welche sich wahrscheinlich in detaillirtem Specialstudium noch viel weiter ausführen lassen möchten.

Bestimmt und deutlich markiren sich im Innern des primären Gehirnabschnitts mächtige in die Augenganglien einstrahlende Quercommissuren. Zwischen den vordern Gehirnanschwellungen tritt eine aus sehr dichten Zügen zarter Nervenfibrillen gebildete vordere Commissur (Ca) auf, sodann an der untern dem Oesophagus aufliegenden Seite ein breites aber relativ flaches Band von vorwiegend starken dicken Fasern, welches als hinterer oder basaler Balken (HB) bezeichnet werden mag, und endlich eine innere, den Centralkörper umgebende transversale Fasermasse von ähnlicher Beschaffenheit, aber mit complicirterem Verhalten ihrer Faserzüge, der innere Balken (IB). Es kann nach der lichtbrechenden Beschaffenheit der breiten Bandfasern und der an manchen Stellen eingelagerten spindelförmig ovalen Kerne kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass diese als „Balken“ bezeichneten Querfaserzüge zum guten Theil die Bedeutung eines bindegewebigen Gerüstes haben, welches den zahlreichen, oft so verschlungenen Zügen von zarten Nervenfibrillen zur Stütze dient. Indessen verlaufen zwischen denselben vertheilt und denselben auf- oder untergelagert, auch zahlreiche feine nervöse Fasern, welche als Commissuren identischer Bezirke sowohl beider Hälften des Gehirnstocks (primären Gehirnabschnitts), als besonders der

Augenganglien zu betrachten sein möchten, da in die letztere nachweisbar zarte Fibrillenzüge beider Balken einstrahlen. Das Fasersystem des hintern Balkens beginnt dicht an dem hintern Ausschnitt zwischen den hutförmigen Hinterlappen und reicht über die Mitte der Hirnlänge hinaus, während seine Seitenarme in ausgesprochenem Bogen nach vorne ziehen und dem entsprechend in die vordere Hälfte der Augenganglien auslaufen. Umgekehrt beschreibt das Fasersystem des innern Balkens einen nach hinten offenen Bogen, dessen fächerartig ausstrahlende Seitenarme in den mittlern und hintern Abschnitt des Augenganglions eintreten (Fig. 58 und 62).

Von besonderer Bedeutung erscheint das Verhalten der in den Hirnstamm eintretenden Fasermasse der Schlundcommissur, deren Ausstrahlung sich wenigstens den Hauptzügen nach mit einiger Sicherheit verfolgen lässt. An dem optischen Querschnitt der sammt Schlundcommissur abgeschnittenen Vorderanschwellung des Gehirns gelingt es nachzuweisen, dass ein breites oberflächliches Faserbündel medialwärts vom Marklager der Antennenanschwellung unter der Ganglienrinde aufwärts (Fig. 59, A Fz) bis in die Hinterlappen emporsteigt. Wahrscheinlich treten viele dieser Fasern in die oberflächlichen Ganglienzellen direct ein. Medialwärts markirt sich ein tieferes, mit dem entsprechenden der andern Seite gekreuztes Faserbündel, um in das hintere Marklager der entgegengesetzten Seite überzugehen (Fig. 59, G Fb). Dieses Bündel gekreuzter Fasern tritt ausserordentlich scharf hervor und ist leicht an jedem Präparate zu constatiren, so dass die von Berger für das Gehirn der Libelle gemachten Angaben von dem Vorhandensein gekreuzter Faserzüge hier Bestätigung finden. Ein kleiner Theil der tiefer gelegenen Fasern gesellt sich den Faserzügen der vordern Commissur bei, während der Hauptstamm nach Abgabe eines breiten medialen Bündels (M Fb) für den Centalkörper nach Bildung eines schlingenförmigen Bogens schräg nach hinten zieht und auswärts vom gekreuzten Faserbündel in das hintere Marklager eintritt. Ein äusserer breiter Zweig dieses mächtigen Faserzuges, welcher wahrscheinlich als Aequivalent des Stieles von dem pilzhutförmigen Gebilde (Flögel's Becher) am Gehirne höherer Arthropoden zu betrachten ist, schlägt die Richtung in das seitliche Marklager ein, zu welchem der Belag des Grenzganglions gehört. Aus Sagittalschnitten (Fig. 60) aber ergibt sich, dass von dem in das hintere Marklager eintretenden Hauptstamm durch die untere tiefere Abtheilung des innern Balkens eine schwache obere Faser-

schlinge abgehoben wird, während die Hauptmasse der Fasern in der Tiefe verläuft.

Das in den Centrankörper eingetretene mediale Nervenbündel nimmt aus jenem seinen Weg nach dem kleinen medialen Marklager, um aus diesem nach dem innern oder medialen Belag des hutförmigen Hinterlappens zu ziehen. An Sagittalschnitten erkennt man ferner, dass die Nervenfibrillen aus der Peripherie des hintern Marklagers, dem Stabkranz vergleichbar, in die oberflächlichen Ganglienlager einstrahlen (Fig. 60, Cr). Nach diesen Befunden kann es kaum zweifelhaft sein, dass der mächtige hutförmige Hinterlappen, in dessen Ganglienzellen so zahlreiche vornehmlich ungekreuzte Faserzüge aus der Schlundcommissur übergehen, einen sehr wesentlichen Gehirnabschnitt repräsentirt und als Sitz der Empfindung und Willenserregung zu betrachten ist. In diesem Sinne würde er wohl auch die Elemente der pilzhutförmigen Gebilde, welche am Gehirne von grössern Arthropoden bekannt geworden sind und zu der gleichen Deutung Anlass gegeben haben (Leydig, Berger, Bellonci etc.), in sich enthalten. Hierfür spricht auch die Uebereinstimmung in dem Auftreten kleiner Ganglienzellen, die freilich in unserm Falle noch mit zahlreichen Ganglienzellen mittlerer Grösse untermischt sind. Indessen erscheint die Grenze der als Projectionscentrum zu deutenden Ganglienlager nach oben und vorne nicht näher bestimmbar. Wahrscheinlich gehört ein guter Theil des oberflächlichen Ganglienzellenbelages überhaupt, ebenso wie das seitliche Grenzganglienlager in die gleiche Kategorie, und nur einzelne, vorläufig nicht näher abzugrenzende Zellenbezirke dürften eine ähnliche Bedeutung von Internodien wie die Ganglienkerne im Vorderhirn der Vertebraten (Streifenhügel und Linsenkern) haben. Andererseits möchten die gekreuzten Faserzüge — und es gehören zu denselben ausser den erwähnten beiden Faserbündeln noch verschiedene, den Centrankörper des Gehirns durchsetzende Faserzüge, welche theils aus den Schlundcommissuren, theils, wie es scheint, aus dem Marklager der Antennenanschwellung stammen und vielleicht den gekreuzten Faserzügen der Haubenregion vergleichbar sind — zu Ganglienbezirken führen, welche ähnlich wie die Ganglien der Thalami, der vordern Kniehöcker und der Vierhügel ebenfalls die Bedeutung von Internodien besitzen. Inwieweit dieselben möglicherweise mit den verschiedenen Gruppen grosser Ganglienzellen zusammenfallen, wird später ein eingehenderes Studium zu entscheiden haben.

Die als Antennenwulst zu unterscheidende Erhebung, welche an der obern äussern Seite jeder Vorderanschwellung des primären Gehirnabschnitts liegt und das vordere Marklager als Kern umschliesst, steht mit ihrem Ganglienbelage keineswegs in directer Beziehung zu dem hervortretenden Antennennerven. Die Fasern desselben strahlen vielmehr lediglich aus ihrem centralen Marklager aus, in welches Faserbündel sowohl aus der vordern Commissur als aus den Hinterlappen eintreten. Auch schien es mir an mehreren Präparaten, als wenn gekreuzte Faserzüge, wenn auch in spärlicher Zahl, vom Hinterlappen durch den Centralkörper nach dem Marklager der Antennenanschwellung zögen.

Complicirter noch und schwieriger eruirbar als das bisher im Allgemeinen beschriebene Verhalten von Ganglienlagern und Nervenbahnen des primären Gehirnabschnitts zu den Faser-columnen der Schlundcommissur erscheint das Verhalten jener Centren zu den mächtigen Augenganglien und zu den aus denselben hervorgehenden Sehnerven. Zum leichtern Verständniss der Darstellung glaube ich am besten von den Faserzügen der beiden Sehnervenpaare auszugehen, welche aus den seitlichen Hälften des Augenganglions entspringen, oder wenn wir an ihre centripetale Function anknüpfen, in die Seitenanschwellungen des Ganglions einstrahlen. Beide Faserbündel kreuzen sich am äussern Theile des Augenganglions schiefwinklig in einer Weise, welche an die äussere Faserkreuzung¹⁾ der Opticusfasern am Insecten- und Krebsauge erinnert. Die Eigenthümlichkeit würde, falls diese morphologische Parallele richtig ist, in unserm Fall darauf beruhen, dass die gekreuzten Faserbündel anstatt ausserhalb des Sehganglions zu einem Stamme vereinigt zu werden, als gesonderte Nerven für zwei rechtwinklig gekreuzte Augenkegel des Scheitels und der Seitenfläche selbstständige Netzhautflächen erzeugen.

Die Fasermasse des seitlichen Opticus gehört der vordern Hälfte des Augenganglions an; ihre peripherischen Züge strahlen in das mächtige seitliche Ganglienlager (Fig. 62 und 63), die centralen Fasern in die vordere Hälfte des innern Marklagers ein. Der minder massige, mehr flächenhaft ausgebreitete Sehnerv des Scheitelanges läuft schräg medialwärts an der obern Fläche des Augenganglions in dessen knieförmig vortretenden hintern Abschnitt ein und gelangt so theils zu der äussern Hälfte des hintern Ganglienlagers, theils durchsetzt er den hintern Abschnitt

¹⁾ Vgl. Berger l. c.

des äussern Marklagers. Zwischen beiden von reichlicher Molecularsubstanz erfüllten Marklagern, welche, wie der Querschnitt (Fig. 63) lehrt, unter einem nach oben geöffneten Winkel nebeneinander liegen, kommt eine abermalige Kreuzung der aus dem äussern Marklager (A Ml) in das innere (J Ml) eintretenden Faserzüge zu Stande, zu deren richtiger Beurtheilung man Flächenbilder mit Bildern des Querschnittes combiniren muss.

Die sich kreuzenden Faserzüge (Fig. 63 G Of) füllen diesen Winkelraum, in welchem an dem Grenzsäum beider Marklager spindelförmige Bindegewebskerne eingelagert sind, ziemlich vollständig aus. Diese der innern Kreuzung im Augenganglion entsprechende Faserkreuzung vollzieht sich in der Weise, dass die aus der vordern und mittlern Gegend des äussern Marklagers kommenden Fasern schräg von oben nach unten und etwas rückwärts herabsteigen und fächerartig in das innere Marklager einstrahlen, um wiederum an dessen Medialseite durch das angrenzende seitliche Marklager des Gehirns in das quere Commissurensystem überzugehen, welches durch die tiefere Faserlage des innern (I B'') und des hintern Balkens (H B) bezeichnet wird. Denselben gesellt sich auch ein aus dem hintern Ende des innern Marklagers hervorstrahlendes Faserbündel hinzu (Fig. 62 S Fb), welches schlingenförmig die gewölbte Medialseite jenes umgreift, um dann unter plötzlicher Veränderung der Richtung in die transversale Bahn des innern Balkensystems einzubiegen.

Ferner treten in diese mächtige Fasermasse zahlreiche Nervenfasern ein, welche aus dem obern oder dorsalen Ganglienzellenbelage des Augenganglions entspringen, das innere Marklager durchbohren und schlingenförmig umbiegend medialwärts in das seitliche Marklager übertreten.

Umgekehrt verhalten sich die den hintern Abschnitt des äussern Marklagers fächerartig durchsetzenden Faserzüge des zum Scheitelauge gehörigen Sehnerven. Diese convergiren in dem Winkelraum medialwärts und treten hier wie es scheint theilweise in den dorsalen Zellenbelag des Augenganglions ein, theilweise aber durchsetzen sie die oberflächliche dorsale Partie des innern Marklagers und folgen dem entsprechend bei ihrem Eintritt in den primären Hirnabschnitt dem Commissurensystem der obern Abtheilung des innern Balkens (I B').

Somit gelangen eine reichliche Menge von Sehnervenfasern sowohl des seitlichen wie des Scheitelauges theils direct, theils erst durch die Internodien der eigenthümlichen kleinen Zellen-

formation des Augenganglions in die entgegengesetzte Hirnhälfte, an deren Oberfläche die zugehörigen Projectionscentren liegen. Immerhin mag ein Theil der Letztern Faserzüge lediglich die Bedeutung von Commissuren zwischen identischen Zellengebieten beider Augenganglien besitzen.

Aber auch ein ungekreuztes Fasersystem verbindet die kleinen als internodiale Centren zu betrachtenden Ganglienlager des Augenganglions mit Gehirntheilen der gleichen Hälfte. Ein solches breites schräges Commissurenband besteht sowohl an der dorsalen Seite zwischen dem oberflächlichen Belage des Augenganglions und dem Grenzlager (Gr. Gl.) von Ganglienzellen, welches dem seitlichen Marklager anliegt (Fig. 62 V Fz), als mehr vorn und in der Tiefe der benachbarten Gehirnregion, in welcher ein minder breites, aber immerhin mächtiges Faserbündel aus der vordern Ganglienkappe des Augenganglions schräg einwärts nach dem Hinterlappen zieht. Dazu kommen endlich noch oberflächliche und tiefe Faserbahnen, welche in schräg bogenförmigem Verlaufe den vordern und hintern Ganglienbelag desselben Augenganglions miteinander verbinden.

Wenn in der kleinzellig granulären Ganglienformation, welche den Belag, sowie die kappenförmigen Wülste des Augenganglions ausmachen, ähnlich wie auch bei Insecten und höhern Krebsen (Berger), ein internodiales Glied für die Sehempfindung vorliegt, so wird man sich auch für die durch den Antennennerven vermittelte Sinnesempfindung nach einem Zellenlager von entsprechendem Werthe umsehen, welches etwa nach Art eines Tractus oder Bulbus Olfactorius dem primären Gehirnabschnitt anlagert. So sicher nun auch die Antenne mit ihrem an den zarten Cuticularfäden vorliegenden Endapparat eine spezifische Sinnesempfindung vermittelt, die immerhin mit Leydig am nächsten der Geruchsfunction höherer Thiere zu vergleichen sein dürfte, so vergeblich wird man das entsprechende internodiale Centrum am Gehirne selbst nachzuweisen suchen. Dasselbe liegt vielmehr als ein kleines oder mächtiges (Männchen) Ganglion in der Antenne selbst, und erweist sich als ein dicht gehäuftes Lager derselben kleinen Ganglienzellen-Formation, welche wie die des Augenganglions — dem primären Gehirnabschnitt gegenüber — als eine mit der Entwicklung des Sinnesorganes hinzugetretene secundäre Bildung aufzufassen sein möchte. Dann aber würden wir noch eine, den Ganglienzellen der Retina entsprechende dritte Gruppe von Zellen, deren Nervenfibriillen in die Substanz der

Cuticularanhänge eintreten, in der Peripherie des Ganglions zu erwarten haben.

Bezüglich des zweiten Antennennerven und dessen Ursprungsstelle, welche bekanntlich bei den Cladoceren eine subösophageale Lage hat, erlaube ich mir noch anhangsweise eine kurze Erläuterung zuzufügen, um der Meinung zu begegnen, als hielte ich das Verhalten der Cladoceren für das ursprüngliche des Arthropodenstammes überhaupt. Im Vergleiche mit der Lovén'schen Larve und den aus derselben hervorgehenden Wurmformen betrachte ich die Region des zweiten Antennenpaares dem Mundsegment des Annelidenkopfes gleichwerthig, dessen Nervencentrum in dem Ganglienzellenbelag der Schlundcommissur liegt. In den Fällen einer noch indifferenten Gestaltung des Bauchstrangs, wie bei den Gephyreen, sehen wir den Ganglienzellenbelag des Bauchstrangs in gleicher Weise über den Schlundring ausgebreitet, der nichts als ein in seinen Hälften auseinandergelegter Theilabschnitt des Bauchstrangs ist. Man weist dies besonders zutreffend an Echiurus-Larven nach. Mit anderen Worten, es sind die beiden von der Scheitelplatte ausgehenden langgestreckten Hälften des Schlundrings unterhalb des Schlundes zu dem Anfang des Bauchstrangs zusammengelegt, dessen Ganglienzellen hier wie dort jederseits in Form von Knoten gehäuft dicht aufeinanderfolgen. (Vorläufer von Metameren oder Ganglien der Bauchkette, vergleichbar den Ringen im Umkreis der Chorda von Chimaera als Vorläufer von Wirbelkörpern oder den integumentalen Ringen der Hirudineen.) Scheitelplatte und obere Partie des langen noch ectodermalen Schlundrings entsprechen dem Gehirn, die untere dem Schlunde anliegende Partie des Schlundrings gehört zur Region des Mundabschnitts am Larvenkörper.

Erheben wir uns zu den Gliederwürmern mit Ganglienreihe, bei denen sich Ganglien als Metameren gesondert haben, so scheint ersichtlich, dass das entsprechende Stück des Mundsegments, wenn nicht ausschliesslich, so doch vornehmlich in dem Ganglienzellenbelag der Schlundcommissur zu suchen ist, ohne dass es zu der Entstehung eines wahren Ganglienknötchens für diesen Kopfabschnitt kommt. Die Schlundcommissur ist also keineswegs ursprünglich als eine in ihren Hälften auseinandergewichene intersegmentale Längscommissur zweier Ganglien aufzufassen, sondern als der in seinen Hälften getrennte Centralabschnitt der zugehörigen Region, gewissermassen das getheilte Ganglion des Mundsegmentes selbst (vergl. Branchipus), von

welchem aus nach Differenzirung intersegmentaler Nervencommissuren (offenbar ein erst später erfolgter secundärer Vorgang) die Ganglienelemente sich auf die untere Schlundportion concentrirt (Cladoceren), in anderen Fällen aber auch mit dem Gehirn sich vereinigt haben können. Die mannichfaltigen Gestaltveränderungen und Bewegungen, welche die Ganglien der Bauchkette im Laufe der Metamorphose erfahren können (Crustaceen, Schmetterlinge etc.), illustriren nach einer andern Richtung die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses, nach welchem dies Aequivalent des Ganglions für Mundsegment und primäre Mundgliedmasse, die zweiten Antenne, ursprünglich in dem Ganglienbelage der Schlundcommissur gelegen ist, ein für sich isolirtes Doppelganglion aber gar nicht zur Entwicklung gelangt.

Das Auge.

Die merkwürdige Theilung des Hyperidenauges in zwei völlig gesonderte, verschiedenen Sehfeldern entsprechende Augenabschnitte erreicht wohl bei den Phronimiden, bei denen sie das Auftreten eines hohen mächtigen Scheitelauges und eines breiten aber niedrigen Seitenauges der Wangengegend bedingt, ihren Höhepunkt.

Wie bereits aus der Beschreibung des Gehirns ersichtlich, wird diese Duplicität dadurch herbeigeführt, dass die Opticusfasern in der Gegend der äussern Faserkreuzung des Augenganglions als zwei gekreuzte Faserbündel hervortreten, von denen das tiefer liegende aus der vordern Abtheilung des Augenganglions entspringt und in transversaler Richtung zum Seitenauge zieht, das obere dagegen aus der hintern Abtheilung jenes Ganglions hervorgeht und in schräg nach vorn convergirendem Verlaufe seiner Fasern die etwas abgeflachte untere Seitenwand eines dem Ganglion aufliegenden Hohltrichters darstellt, dessen Innenraum die Masse der pigmentirten Nervenstäbe ausfüllt.

Die langgestreckten Nervenstäbe kehren ihre das Krystallkegelende aufnehmenden, kernhaltigen Anschwellungen der Scheitelfläche zu, welche somit der breiten Basis des langen Kegels entspricht. Ihre verjüngten den Retinafasern zugewendeten Enden sind in entgegengesetzter Richtung nach vorn gewendet, liegen aber keineswegs, wie man nach den entsprechenden kurzen Nervenstäben des sehr breiten und flachen seitlichen Augenkegels erwarten sollte, in der vordern durch das erwähnte Ligament (Li'')

an der Kopfwand befestigten Spitze auf eine schmale quergestellte Fläche zusammengedrängt, sondern oberhalb der durch die Ausbreitung der Sehnerven bezeichneten Fläche des Kegelmantels vertheilt. Dieser schräg zu der Achse des Augenkegels gestellten Ebene entspricht auch die Lage des ganglionären Theils der Retina (Fig. 64 Gz R), welcher aus einer einzigen Schichte von bipolaren Ganglienzellen besteht, in welche die nach vorn gerichteten Enden der ungleich langen Opticusfasern übertreten. Die aus den Ganglienzellen hervortretenden Fasern biegen hakenförmig, je nach ihrer Lage stärker oder schwächer gekrümmt, nach hinten (der Scheitelfläche) um (Fig. 64) und setzen sich mit dem vordern verjüngten Ende der Nervenstäbe in Verbindung.

In der Peripherie wird der Sehnerv sammt Retina und Augenkegel von einer glashellen bindegewebigen Haut umlagert, die sich als Fortsetzung der äussern Nervenscheide des Gehirns erweist und hier und da grosse ovale Kerne umschliesst, welche nicht mit den kleineren spindelförmigen Kernen des interstitiellen Bindegewebes zu verwechseln sind. Diese setzen sich auch vom Augenganglion aus durch die Sehnerven in die Retina und zwischen die Schicht der Nervenstäbe fort, zwischen denen hier und da langgezogene Bindegewebskerne zuweilen in reichlicher Zahl auftreten. Der als Ligament (Li'') bezeichnete strangförmige Fortsatz der Augenscheide enthält regelmässig an der Innenseite der äussern Bindegewebshülle eine dichte Lage bandförmiger Längsfasern, welche mit ihren länglichovalen Kernen auf eine besondere Differenzirung der innern Schicht der starken Bindegewebsscheide zu beziehen sind. Diese Längsbänder treten von dem Ligament aus in den medialen Theil der Augenscheide über, den sie fast bis in die Scheitelgegend begleiten (Fig. 63).

Viel regelmässiger und mit den normalen Lagenverhältnissen übereinstimmend gestalten sich die homologen Abschnitte des seitlichen Augenpaares, dessen langgestreckter Sehnerv an seinem distalen Ende eine knopfförmige Anschwellung, den ganglionären Theil der Retina, bildet. In diese strahlen die Sehnervenfasern unter starker gleichmässiger Divergenz ein, um die eingelagerten bipolaren Ganglienzellen zu durchsetzen; die aus dem Ganglienzelllager der Retina wieder hervortretenden, der Nervenbündelschichte im Auge der höhern Arthropoden entsprechenden Fasern convergiren wiederum und bilden an der distalen Seite der knopfförmigen Anschwellung einen Faserkegel, dessen verjüngte Spitze mit dem schmalen Endfeld des Stäbchenkegels zusammenfällt. An

der Grenze beider, an ihren abgestutzten Spitzen verbundenen Kegel tritt die interstitielle Binde substanz, in welcher sich die bekannten spindelförmigen kleinen Kerne wiederfinden, in reichem Masse auf. Auch ist an der Grenze der Retina fibrillen die zarte durchlöchernte Membran, wie sie an der gleichwerthigen Stelle im Auge der Insecten und Decapoden schon von Max Schultze¹⁾ beschrieben wurde, am Phronima auge mit Sicherheit nachweisbar.

Die grösste und bislang keineswegs gelöste Schwierigkeit bereitet die Frage über das Verhältniss der von den Ganglienzellen der Retina (Max Schultze nennt diesen Augentheil Ganglion opticum) ausgehenden Nervenfasern (der Nervenbündelschichte) zu den Sehstäben, welche bekanntlich der genannte Forscher im Anschluss an Joh. Müller als nervöse Gebilde betrachtet. Durch die bislang freilich nur in kurzem Auszug veröffentlichten Untersuchungen Grenacher's²⁾ über das Arthropodenauge scheint diese Auffassung eine wesentliche Stütze gewonnen zu haben. Jeder Sehstab oder nach Grenacher's Bezeichnungweise Retinula bildet einen Complex mehrerer der Länge nach aneinander gelegter Zellen, deren Innenseite je ein cuticulares Stäbchen anliegt. Bei den euconen, das heisst mit Krystallkegeln versehenen Facettenaugen sind die Stäbchen jedes Zellencomplexes zu dem bekannten stark lichtbrechenden Achsengebilde des Sehstabes, welches Grenacher als Rhabdom bezeichnet, verschmolzen. Bei Phronima und den Hyperiden³⁾ überhaupt setzen stets fünf Zellen mit gelb pigmentirtem feinkörnigen Protoplasmahalt den Körper je eines Sehstabes zusammen, dessen Rhabdom ein fünfseitiges, genau in die Verlängerung der Krystallkegelachse gelegenes Säulchen darstellt. An dem die verjüngte Krystallkegelspitze aufnehmenden Vorderende erscheint der Sehstab in Folge der kernhaltigen Anschwellungen seiner fünf Zellen als fünfblättriger Wulst aufgetrieben, auch hat an diesem Theile das Rhabdom eine bedeutendere Stärke, als in dem allmählich verjüngten proximalen Abschnitt, welcher dem ganglionären Theile der Retina zugewendet liegt. Uebrigens variirt die Länge der Sehstäbe und

¹⁾ Max Sigmund Schultze, Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn 1868. Taf. I, Fig. 11.

²⁾ H. Grenacher, Untersuchungen über das Arthropoden-Auge im Auszuge mitgetheilt. Rostock 1877.

³⁾ Vergleiche die Abbildung Grenacher's von der Retinula nebst Rhabdom und Krystallkegel aus dem Auge einer Hyperia. l. c. pag. 31, Fig. 20—22.

mit derselben im Zusammenhang auch die Form derselben innerhalb relativ weiter Grenzen, weniger in dem langgestreckten Scheitelauge, als in dem mit viel kürzern und breiteren Sehstäben, sowie Krystallkegeln versehenen Seitenauge.

Wie haben wir uns nun die Endigungsweise der Retinafasern in Bezug zu den Sehstäben zu denken, deren Substanz auch von Grenacher als das Medium betrachtet wird, in welchem sich die Lichtbewegung in Nervenregung umsetzt? Sind die fünf Zellen des Sehstabskörpers die empfindenden Elemente, auf welche das Stäbchen¹⁾ die Lichtbewegung überträgt, und steht in diesem Falle die Basis jeder Zelle mit je einer Nervenfibrille in Verbindung, oder liegt das Nervenende in der Achse des Rhabdoms, beziehungsweise an dessen Basis, also genau in der Verlängerung der Krystallkegelachse, durch welche der senkrecht auffallende Lichtstrahl zur Retina gelangt. Eingehende vergleichende Untersuchungen werden hoffentlich die erwünschte Entscheidung dieser wichtigen Frage bringen, auf welche sich in dem bislang mitgetheilten Auszuge von Grenacher's Studien keine ausreichend überzeugende Antwort findet. Allerdings vertritt Grenacher, worauf auch schon die Bezeichnung des Sehstabes „Retinula“ hinweist, vornehmlich gestützt auf die morphologische Reihe der einfachen Stemmata sowie der aconen und euconen Augen, die erstere Meinung, indessen vermessen wir für dieselbe den nothwendigen histologischen Beweis. Und so scheint vorläufig der zweite an sich theoretisch nicht unwahrscheinliche Fall keineswegs widerlegt, nach welchem das empfindende Element nicht in den Zellen der Retinula, sondern in der Achse des Rhabdoms gelegen sei, welches wenigstens bei Phronima und den Hyperiden kein solider Stab, sondern eine fünfseitige Röhre ist.

Wäre das Rhabdom ein solider Stab in der verlängerten Achse des Krystallkegels, so würden gegen die von dem einfachen Punktauge auf das zusammengesetzte acone und von diesem auf das eucone Auge übertragene Anschauung, nach welcher das Rhabdom dem cuticularen Stäbchen entsprechend die Function habe, die Lichtbewegung in Nervenregung im Innern der Substanz der 5 oder 7 zugehörigen Retinula-Zellen umzuwandeln, minder erhebliche Bedenken vorliegen, von dem Einwande

¹⁾ Das cuticulare Stäbchen kann desshalb aber nicht schlechthin als percipirendes Element bezeichnet werden, wie dies Grenacher thut, da es als Cuticulargebilde ausserhalb der nervösen Substanz liegt und nur eine Form der Bewegung in eine andere überleitet.

abgesehen, dass die für die cuticularen Stäbchen in Anspruch genommene Function noch Hypothese ist. Nun aber erscheint das Rhabdom bei den Hyperiden als ein relativ weiter fünfkantiger Hohlkörper, dessen Wandung von den senkrecht durchgehenden, die Achse durchsetzenden Lichtstrahlen gar nicht getroffen wird.

Gern gestehe ich zu, dass im Hinblick auf die durch Grenacher's morphologisch so schön durchgeführte Ableitung die Möglichkeit von dem Vorhandensein eines in der Rhabdomaxe gelegenen Nervenendes in den Hintergrund tritt, halte jedoch zu ihrer vollen Beseitigung den directen Nachweis von dem Eintritt der Fibrillen der Nervenbündelschicht in die Retinulazellen für unumgänglich.

Indessen ist noch eines scheinbar gewichtigen, in der That aber hinfälligen und nicht schwer zu widerlegenden Einwurfs zu gedenken, welchen neuerdings Oscar Schmidt in seinem bereits citirten Aufsatz über das Phronimidenauge erhoben hat, des Einwurfs, dass mit Rücksicht auf die Unregelmässigkeiten, welche die langen fadenförmig ausgezogenen Krystallkegel des Phronimidenauges darbieten, das musivische Sehen und mit demselben die Perception eines Bildes für das Auge der glashellen Phronima und der Hyperiden überhaupt ausgeschlossen sei. O. Schmidt findet seine Schlussfolgerung sogar so einfach und unabweislich, dass er für die Zoologen, welche sich vor ihm mit dem gleichen Gegenstande beschäftigten und natürlich auch die nichts weniger als regelmässig conischen, fadenkolbigen Krystallkegel vor Augen hatten, annehmen zu können glaubt, es habe sich keiner von ihnen die Frage vorgelegt, wie sich mit dieser Krystallkegelform die gangbare Theorie der Bildperception vertrage. Für mich selbst trifft nun diese Voraussetzung nicht zu, da ich schon seit einer Reihe von Jahren gerade aus der Gestaltung des Phronimidenauges die Unwahrscheinlichkeit der Gottsche-Schultze'schen Auffassung zu Gunsten der Müller'schen Lehren vom musivischen Sehen ableiten zu können glaubte. Auch mir sind die von jenem Forscher beschriebenen Unregelmässigkeiten der Krystallkegelform, ebensowenig die häufigen Spaltungen und Gerinnungen in der Krystallkegelsubstanz unbekannt geblieben, indessen schenkte ich denselben von vorne herein einfach aus dem Grunde keine weitere Beachtung, weil ich diese Erscheinungen für secundäre, erst post mortem entstandene Abnormalitäten zu deuten Anlass hatte. Und ich muss gestehen, dass ich auch jetzt noch nach eingehender Prüfung des Sachverhaltes, auf welchen O. Schmidt die Aufmerksamkeit lenkte, meine seitherige

Auffassung für durchaus zutreffend halte, um so bestimmter, als es bei zweckmässiger Behandlung der lebenden Phronima mit schwacher Osmiumlösung gelingt, der Entstehung jener Unregelmässigkeiten in der Krystallkegelform vorzubeugen. Dazu kommt noch die höchst reguläre mosaikförmige Anordnung der Krystallkegel, welche wie in den Radien einer Kugelfläche aufgeflanzte Nadeln eine höchst bestimmte und regelmässige Lage zu der empfindenden Retina einhalten. Jedenfalls ist für die mittlere Region beider Augen — ich abstrahire von der peripherischen Randzone der erst im Wachstum und in der Entwicklung begriffenen Elemente — kein Grund ersichtlich, weshalb nicht die senkrecht auf die Krystallkegel fallenden Strahlen durch die gradgestreckte Achse des starren Gebildes ungebrochen bis zu den das Pigment tragenden Nervenstäben gelangen und von den nervösen Elementen der Retina als gesonderte einfache Lichteindrücke zur Perception gebracht werden sollten, dass also den Bedingungen des musivischen Sehens, wie sie die Müller'sche Lehre fordert, durch die vorhandene Einrichtung nicht vollständig entsprochen wäre. Wenn auch die Vorderfläche der Krystallkegel beziehungsweise der Fadenkolben im Scheitelauge nicht dem Segmente einer Kugel entspricht und bei den einzelnen Krystallkegeln Verschiedenheiten bietet, so erscheint dieser Umstand für das Schicksal der senkrecht einfallenden Lichtstrahlen — und nur diese kommen in Betracht — ebenso irrelevant als die relative Lage der Krystallkegelflächen zu der Oberfläche der zarten integumentalen Cuticula, von welcher wir bei ihrem geringen Lichtbrechungsvermögen, welches den Brechungsindex des umgebenden Mediums, des Wassers, nicht übertrifft, bei der Verfolgung der einfallenden Lichtstrahlen vollkommen abstrahiren müssen.

Dass es sich aber bei der Müller'schen Theorie vom musivischen Sehen lediglich um die Perception der senkrecht auffallenden Strahlen handelt, welche beim Uebergang aus schwächer in stärker brechende Medien ihre Richtung nicht ändern, scheint O. Schmidt nicht gehörig gewürdigt zu haben, wenn er weiterhin den Umstand als Einwand benutzt, dass die Kegel aus einer härteren dichteren Rinden- und einer weicheren Binnensubstanz bestehen. Bestünde auch wirklich dieser Unterschied in der Dichtigkeit der Substanz, so würden doch die senkrecht durchfallenden Lichtstrahlen in ihrem Wege nicht abgelenkt werden.

Auch die von O. Schmidt hervorgehobene Thatsache, dass die Kegel verschieden lang, nicht regelmässig conisch, sondern

gegen das verdünnte Ende hin spindelförmig angeschwollen sind, vermag für unsere Frage ebensowenig als Gegengrund in Betracht zu kommen, als die doch nur oberflächlich durchgeführte Vergleichung der Lebensweise von Decapoden und Hyperiden für die Ansicht eine Entscheidung geben kann, dass die letztern nicht wirklich Bilder sehen, sondern nur verschiedene Lichtgrade und Farben wahrnehmen könnten. Gewiss wird jeder, welcher Eremitenkrebse und Krabben beobachtet hat, die ausserordentliche Orientierungsfähigkeit, das vollkommene Sehvermögen und die psychisch hohe Entwicklungsstufe dieser Thiere bewundern, die weit über derjenigen der Hyperiden stehen mag. Dagegen ist es zu weit gegangen und einer willkürlichen Deutung gleich zu erachten, von den letztern schlechthin zu sagen, dass sie „offenbar auf's Geradewohl daher rudern, sich an einer der zahllosen ihnen in den Weg kommenden Quallen festsetzen und von da an das Bedürfniss zu sehen nicht mehr fühlen“. Meine biologischen Beobachtungen würden eher die entgegengesetzte Ansicht unterstützen.

Einen besseren Anhaltspunkt der Beurtheilung scheint mir dagegen die hohe Organisation und Gliederung von Gehirn und Sehganglien, sowie die wunderbar regelmässige Stäbchenmosaik im Auge abzugeben (Fig. 63), welches alle wesentlichen Elemente — von den relativ untergeordneten Corneafacetten abgesehen — mit dem der höhern Malacostraken theilt. Und demgemäss stimme ich auch vollkommen mit Grenacher's Aeusserung überein, dass, wer einmal die Augen der Hyperiden gesehen und lebend beobachtet hat, diese Thiere nicht für schlecht sehend erklären könne.

Wie bei allen mir bekannten Hyperiden¹⁾ sind es auch bei *Phronima* und verwandten Gattungen lediglich zwei Längssegmente, welche jeden Krystallkegel zusammensetzen, und dem entsprechend finden sich an der Vorderfläche desselben in den feinkörnigen Plasmaresten der zugehörigen Matrixzellen immer nur zwei *Semper'sche* Kerne vor (Fig. 50). O. Schmidt lässt die peripherische Wand dieser Zellen in die Cuticula übergehen, eine irrthümliche Angabe, welche einer ungenauen Prüfung entspricht, indessen im Anschluss an die schon von *Claparède* vertretene und allgemein verbreitete Anschauung leicht entstehen konnte, nach

¹⁾ Ich habe diese Thatsache bereits in frühern Mittheilungen über den Bau und die Verwandtschaft der Hyperiden (*Oxycephaliden*) mitgetheilt. Göttinger gelehrte Anzeigen 1871, pag. 151.

welcher die Bildungszellen der Krystallkegel stets zugleich die Matrixzellen der Chitinhaut seien, oder was dasselbe ist, die Bildungszellen der Krystallkegel zugleich die subcuticulare Zellschicht repräsentiren. Auch in der neuesten Arbeit von Grenacher finde ich diese Auffassung aufrecht erhalten, die jedoch lediglich für die Facettenaugen derjenigen Arthropoden Geltung zu haben scheint, welche im ausgebildeten Zustande keine Häutungen mehr erfahren, für die Crustaceen dagegen, welche auch im geschlechtsreifen Zustande ihre Cuticula abstreifen, bei denen auch mit dem Wachsthum des Leibes das Auge sich vergrößert und eine Zunahme seiner Elemente erfährt, schon a priori höchst unwahrscheinlich sein muss. In der That lässt sich an geeigneten Objecten, an Phronima und anderen Hyperiden — ich zweifle nicht auch an den übrigen Crustaceen mit Facettenaugen — nachweisen, dass die sechsseitige facettenähnliche Forderung, welche durch den optischen Querschnitt der paarigen Krystallkegelzellen veranlasst wird, die chitinige Cuticula gar nicht berührt (Fig. 48 und 49 Cu). Vielmehr breitet sich zwischen dieser und jenen eine continuirliche Lage von kleinern platten Hypodermiszellen aus, welche die Matrixzellen der glatten Cuticula sind (MaZ). Dagegen folgt unmittelbar unter dieser Hypodermis noch eine besondere peripherische Begrenzungshaut des Auges, welcher die rundlich sechsseitigen Felder angehören (Fig. 48). Bei genauer Beobachtung nimmt man an jedem Felde zwei länglich ovale, ganz flache Kerne (B nu) zwischen dem Semper'schen Kernpaare (Kr nu) wahr, welche den beiden Krystallkegelzellen nahe anliegen und der bindegewebigen Begrenzungshaut des Auges angehören. O. Schmidt hat diese Gebilde zwar gesehen, merkwürdiger Weise aber nicht einmal als Kerne erkannt, sondern „als zwei elliptische dunkle Stellen bezeichnet, deren Ursprung und Beschaffenheit ihm nicht deutlich geworden sei“. Die Bedeutung dieser Kerne in dem angegebenen Sinne kann jedoch umsoweniger in Frage kommen, als es gar nicht schwer fällt, am Längsschnitte die Einlagerung der flachen Kerne in der Umhüllungshaut direct zu constatiren. (Fig. 49 B nu).

Wenn man die oberflächlichen Theile des grossen Scheitelauges einstellt, so findet man, dass die langen fadenkolbigen Krystallkegel nach dem Augenrand continuirlich schwächtiger werden. Man trifft endlich am äussersten Umkreis sehr feine und winzig kleine Krystallfäden, deren Kegel, erst im status nascens begriffen, aus der Doppelzelle ausgeschieden zu werden beginnen (Fig. 51).

Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass das Auge mit der Grössenzunahme des Thieres bei jeder Häutung an Umfang zunimmt und zwar lediglich durch Neubildung peripherischer Elemente. Zur Annahme einer interstitiellen Einschiebung neuer Elemente habe ich, wie a priori zu erwarten stand, keinerlei Anhaltspunkte gefunden. Was Pagenstecher zu der Ansicht von der Vermehrung der Stäbchenelemente veranlasst hat, war lediglich die so häufig wahrzunehmende Spaltung des Kegels in seine beiden Seitenhälften, deren Beziehung als normale Längsglieder ihm völlig unbekannt blieb. Aber auch O. Schmidt ist es so ergangen, wenn er die von Pagenstecher aufgeworfene Frage von der Vermehrung der Krystallkegel durch Spaltung ernstlich in Prüfung zieht und sich nur nicht davon überzeugen kann, „dass die Spaltung den ganzen Krystallkegel betrifft, was der Fall sein müsste, wenn auf diese Art die Zahl der Kegel sich vergrössern könnte“. Ohne Frage sind jedoch die Spaltungen ebenso wie die Rauigkeiten und Höcker der Oberfläche lediglich Folgezustände der während der Beobachtung rasch eingetretenen Veränderungen in der Krystallsubstanz, denen selbstverständlich keinerlei weitere Bedeutung beigelegt werden kann.

Die an der Vorderfläche des Auges erwähnte Umhüllungshaut, an welcher durch die Anheftung der Krystallkörperzellen die regelmässigen facettenähnlichen Felder mit je zwei gestreckt ovalen Kernen erzeugt werden, setzt sich als stramme Hülle über die gesammte Fläche des mächtigen Augenkegels fort und bildet gewissermassen der Sclera vergleichbar das äussere Gerüst des Auges, das freilich nicht der Stärke und Rigidität seiner Wandung, sondern seiner strammen Anspannung die Eigenschaft einer formbestimmenden Umhüllung verdankt. Es handelt sich hier lediglich um die schon oben erwähnte Augenhülle, welche an der Basis beider Augenpaare als unmittelbare Fortsetzung aus der äussern bindegewebigen Scheide des Gehirns hervorgeht.

Das die Spannung bedingende Moment ist durch das Vorhandensein einer hellen, eiweisshaltigen Flüssigkeit gegeben, welche die ansehnlichen Zwischenräume der Krystallfäden erfüllt und ihrer Natur nach im Wesentlichen mit dem Blutplasma übereinstimmen möchte. Dieselbe tritt besonders im Scheitelauge in reichlicher Menge auf und lässt sich schön an Osmiumpräparaten in den Lücken der Krystallkegel als eine dunkle, mit feinen schwarzen Körnchen erfüllte Punktsubstanz nachweisen, von ganz ähnlichem Aussehen, wie es das geronnene Blutplasma im Herzen und Kiemen darbietet

(Fig. 51, Gr). Gelegentlich traf ich im Innern des Auges auch Blutkörperchen an, zweifle jedoch nicht, dass dieselben erst nach dem Tode oder während der Präparation hineingekommen sind. Da es mir nicht glückte, Löcher oder Lücken in der Hüllhaut des Auges nachzuweisen, scheinen lediglich auf endosmotischem Wege flüssige Theile des Blutplasmas zur Ernährung in die Lücken und Zwischenräume der Krystallkegel gelangen zu können.

Geschlechtsorgane.

Die Ovarien von *Phronima* und Verwandten erscheinen im Gegensatz zu denen der *Gammariden*, im Zusammenhang mit der Lage des sackförmigen Magendarms, an dessen dorsaler Seitenwand sie durch Bindegewebsfäden befestigt sind, auffallend weit nach vorne gerückt, so dass sie sich schon im zweiten oder dritten Brustsegment zum Anfangsstück des Eileiters verjüngen (Fig. 11 Ov). Ihrer Gestalt nach gleichen sie einem ziemlich flachen, an beiden Enden zugespitzten, in der Mitte winklig gebogenen Schlauch (Fig. 67), dessen dicke structurlose Wand ein schön-gekerntes Epithel trägt. Die Zellen desselben sind freilich meist nur undeutlich begrenzt und mehr oder minder abgeflacht.

Das Lumen des Schlauchs birgt die grossen noch membranlosen Eier, welche, wie man sich an Querschnitten überzeugt, in nur einfacher Schicht nebeneinander lagern. Schon an ganz jungen Larven und ebenso an ältern noch von den Eihüllen umschlossenen Embryonen wird das Ovarium an jeder Seite des noch langgestreckten Magendarms als ein rundlich birnförmiger Körper leicht erkannt, welcher anfangs vier, später sechs oder acht grosse Eizellen birgt und sich in einen hintern soliden, mit Kernen durchsetzten Strang, die Anlage des Oviductes, fortsetzt (Fig. 68).

Man gewinnt an solchen Bildern die Ueberzeugung, dass das die Eizellen umgebende Epithel des Ovariums von jenen scharf zu scheiden ist, welche ursprünglich wahrscheinlich nur durch eine einzige Zelle vertreten, durch fortgesetzte Theilung die übrigen Eikeime erzeugt haben. Niemals gelingt es, auch nicht an den Ovarien grösserer Exemplare, Uebergangsformen zwischen den kleinkernigen Zellen der Ovarialwand und den stets durch auffallend grosse Kernblasen charakterisirten Eizellen aufzufinden. Nur an einer Stelle, nämlich an der winkligen Bucht, durch welche das ältere Ovarium gewissermassen einen vordern und hintern

Schenkel gewinnt, bleibt stets ein Ballen kleinerer in der Entwicklung begriffener Eizellen nachweisbar, welche dem Keimlager (Fig. 67 Kl), d. h. dem ursprünglichen, in fortgesetzter Propagation begriffenen Ovarialabschnitt entspricht, in dessen Umgebung die Eizellen zu gleichmässig grossen, nahezu reifen Eiern herangewachsen sind.

Der Oviduct (Ovd) des zur Brutproduction reifen Thieres wird ebenfalls aus einer structurlosen Membran und einem dieselbe bekleidenden Epithel gebildet, welches eine helle, stark lichtbrechende Substanz in das Lumen des Ganges absondert. Wenigstens findet man an solchen Exemplaren, aus deren mächtig angeschwollenem Ovarium die reifen Eidotter noch nicht in den Oviduct eingetreten sind, das Lumen des Oviductes mit einer an die Substanz der sog. Kittdrüsen der Entomostraceen erinnernden lichtbrechenden Masse erfüllt, die man dem entsprechend geneigt ist, als ein zur Bildung von Eihüllen in Verwendung kommendes Secret aufzufassen.

Da die Phronimiden keine Eiersäckchen bilden, vielmehr die von dicken Eihüllen umschlossenen Eier in dem bekannten Brutraum unter dem Thorax bis zum Ausschlüpfen der Embryonen bergen, so wird es sich lediglich um die Bildung der Schalenhülle handeln können, welche dann einer Art von Chorion gleichzusetzen wäre.

Der Oviduct, dessen Wand continuirlich aus der des Ovariums hervorgeht und der Muskelbekleidung durchaus entbehrt, steigt schräg abwärts bis zum vorletzten Brustsegment herab, in welchem er durch einen fadenförmigen Ausläufer (von gleicher Structur als die Anlage des Oviductes) an der Wandung befestigt wird. Dieser Faden scheint demnach lediglich als Suspensorium zu dienen. Der hintere Abschnitt des Ganges, welcher ein Lumen und Epithel besitzt, biegt von der Uebergangsstelle in den Faden unter spitzem Winkel nach vorne um, umgreift einen schräg absteigenden Muskel und bildet noch einen ansehnlichen Endtheil, welcher unter Erweiterung zu einem ovalen sackförmigen Behälter, im fünften Brustsegmente an der Innenseite der zum Coxalglied des fünften Beines gehörigen Brutplatte ausmündet (Fig. 69). Wahrscheinlich dient der sackförmige Endabschnitt als *Receptaculum seminis*. Indessen traf ich in demselben niemals Samenfäden an, dagegen fand ich gewöhnlich, auch da wo der Oviduct schon mit einer Reihe von Eiern erfüllt war, dieselbe zähe lichtbrechende Substanz, welche im Lumen des Eileiters auftritt. Wahrscheinlich

wurde das ovale aufgetriebene Endstück des umbiegenden Oviductes schon von Pagenstecher beobachtet. Wenigstens weist hierauf die Bemerkung dieses Autors hin: „Nahe der Mündung des Eileiters hängt mit dem Eileiter ein Schlauch zusammen, der die Bedeutung eines Receptaculum seminis zu haben scheint.“ Darin aber irrte Pagenstecher, dass er den Schlauch, welcher das Endstück des umgebogenen Oviductes darstellt, für einen Anhang des letzteren hielt.

Die männlichen Geschlechtsorgane von Phronima wurden schon in einer frühern Arbeit nach Form und Gliederung näher beschrieben (Nr. 12, pag. 335, Taf. XXVII, Fig. 4). Indem ich auf die dort gegebene Darstellung verweise, beschränke ich mich an diesem Orte auf eine kurze Darstellung des jugendlichen Hodens, durch welche die histologischen Verhältnisse einigermaßen klargelegt werden (Fig. 70).

Die samenbereitende Drüse und der die Spermatophoren aufnehmende Ausführungsgang sind ebenso wie am geschlechtsreifen Thiere nicht scharf abzugrenzen. Der vornehmliche Unterschied in beiden Zuständen beruht darauf, dass der Samenleiter des jugendlichen Thieres kürzer ist und nur einen einzigen, noch unfertigen Spermatophorensatz umschliesst, während der des geschlechtsreifen Männchens in seinem untern Abschnitt eine zweite vollkommen reife Spermatophore birgt. In beiden Fällen aber liegt im obern Ende des Schlauches zur Seite des Keimlagers (Kl) von Spermatoblasten (Spb) ein ovaler Ballen von in der Entwicklung begriffenen Samenzellen, die Anlage eines neuen Satzes zur Bildung einer zweiten, beziehungsweise dritten etc. Spermatophore (Sp), deren Hülle von dem grosszelligen, ovale Kerne enthaltenden Epithel (Ep) des Samenleiters erzeugt wird. Die reifen Samenkörper sind sehr lange Fäden, welche in dem gestreckten Spermatophorenschlauch der Länge nach aneinander liegen. Ob zwischen den grossen, durch rundliche granulirte Kerne ausgezeichneten Spermatoblasten Reste eines Keimepithels bestehen, liess sich mit Hilfe des spärlichen noch dazu wenig gut erhaltenen Untersuchungsmaterials nicht mit Sicherheit entscheiden, da die kleinen, zwischen den Spermatoblasten zerstreuten Kerne auch auf ein einfaches Epithel der Follikelwand bezogen werden können.

Parasiten.

Die zarthäutigen Phronimiden sind nicht selten von verschiedenen Schmarotzern behaftet. Ueberaus häufig, ja fast als constanter Parasit findet sich am Magendarm sowohl von Phronima als Phronimella, frei oder encystirt, eine kleine ovale Gregarine, deren gewölbter, durch ein Septum getrennter Kopfvorsprung in einen kurzen conischen Zapfen ausläuft (Fig. 66). Seltener hat man Gelegenheit, im Leibesraum von Phronima Embryonen von Echinorhynchen, dann aber meist in grosser Menge zu finden, so dass nicht nur die perienterischen Bluträume, sondern auch die Cavität der Extremitäten und selbst des Herzens einzelne Embryonen enthalten.

Endlich ist das Vorkommen eines jugendlichen Nematoden zu erwähnen, welcher, spiralig zusammengerollt, einer kapsellosen Muskeltrichine ähnlich, seinen Sitz in der Marksubstanz des Gehirnes aufschlägt und gelegentlich in mehrfacher Zahl angetroffen wird.

Die vornehmlichsten Ergebnisse der Untersuchung.

1. Die beiden neuen Phronimidengattungen Phronimopsis und Phronimella beweisen, dass der Bewaffnung des 5. Beinpaares mit Scheerenhand lediglich der Werth eines Gattungsmerkmals zukommt.

2. Auch die Weibchen der Phronimiden besitzen ein Rudiment des 2. Antennenpaares, das sich meist auf das kuglig vorgewölbte, die gewundene Antennendrüse enthaltende Coxalglied reducirt.

3. Vor dem Munde liegt ein Oberlippenrudiment, ein von den Seitenplatten der Mandibeln und den Paragnathen begrenztes Atrium, in welches bei der Nahrungsaufnahme das Secret mächtiger Drüsen miteinfliesst.

4. Diese Drüsen sind Complexe von vier Drüsenzellen mit langen Ausführungsröhren und liegen theils im Umkreis des Oesophagus, theils in den Kiefern, in denen sie nach Form und Structur die Beindrüsen wiederholen.

5. Die Function dieser Drüsen ist die Bereitung der Amylum und Eiweisskörper verdauenden Enzyme, welche der Nahrung bei ihrem Eintritt in den Oesophagus beigemischt werden.

6. Der Darmcanal entbehrt jeglicher Form von Drüsenzellen. Auf den musculösen, mit chitiner Intima bekleideten, complicirt gebauten Oesophagus folgt der in den Magendarm hineinragende

Schlundmagen mit zwei Nebentaschen. In demselben vollzieht sich die Verdauung. Der umgebende, im Kopf und in den 2 vordern Brustringen gelegene Magendarm ist ebenso wie seine beiden nach vorn gerichteten Paare von sog. Leberschläuchen mit einem hohen Cylinderepithel bekleidet, welches die Structur des Dünndarmepithels wiederholt und zur Resorption dient. Das enge Darmrohr ist von einem polygonalen Plattenepithel bekleidet und geht im sechsten Abdominalsegment in den kurzen, mittelst Dilatoren am Integument befestigten Afterdarm über.

7. Die Ringmuskeln des Darmrohres entsprechen einzelnen Muskelzellen, deren Kerne in einer medialen Reihe an der Dorsalseite des Darmes aufeinanderfolgen.

8. Das Herz erstreckt sich von der Kopfgrenze bis zur Mitte des 6. Brustringes und besitzt neben den drei mit Klappen versehenen Ostienpaaren und den beiden Aorten zwei Paare von seitlichen Arterien.

9. Jede Arterie entspringt oberhalb einer länglichen, von zwei Seitenklappen begrenzten Spaltöffnung, während an der Basis jeder Aorta zwei schräggestellte Ostien mit je einem Klappenpaare liegen.

10. Die schräg transversalen Muskelreifen des Herzens sind aus zwei seitlichen Zellenreihen entstanden, zwischen denen eine dorsale und ventrale Medialnaht erhalten bleibt.

11. Unterhalb des Herzens, der ventralen Herzwand angelagert spannt sich ein aus grossen Zellenplatten zusammengesetztes Septum quer durch die Leibeshöhle. Zu demselben kommt ein zweites Septum, welches die gleiche Lage zum Darm einhält, so dass der Leibesraum in drei bindegewebig umgrenzte Blutcanäle, welche durch bestimmte Oeffnungen miteinander communiciren, geschieden wird. Ausser diesen Hauptcanälen, welche sich in den Kopf hinein fortsetzen, existiren eine Menge mehr peripherischer, ebenfalls bindegewebig begrenzter Nebencanäle, welche die Blutbahnen des regelmässigen Kreislaufes darstellen.

12. Die Bauchganglienreihe enthält mit Ausschluss der subösophagealen Ganglienmasse 9 Ganglien, von denen 5 dem Thorax, 4 dem Abdomen angehören. Das letzte Thoracalganglion, ebenso wie das letzte Abdominalganglion folgen dem zunächst vorausgehenden Ganglion unmittelbar. Das letzte Abdominalganglion ist durch Concrescenz von drei im Embryo gesondert angelegten Ganglien für das 4., 5. und 6. Abdominalsegment entstanden.

13. Die subösophageale Ganglienmasse entspricht 6, mit Bezugnahme auf das den Commissuren angehörige Gangliencentrum für die Nerven der 2. Antenne, 7 Ganglienknoten. Ausser dem 2. Antennennerven treten auch sämtliche Kiefernerven aus der Schlundcommissur hervor, auf welche sich ihre Ursprungsstelle verschoben hat.

14. Die peripherischen Nerven wurzeln nicht in der sog. Punktsubstanz, sondern beziehen ihre Fasern aus Ganglienzellen theils des entsprechenden Ganglions — und zwar sowohl gekreuzt als ungekreuzt — theils des vorausgehenden Ganglions, theils vom Gehirne aus.

15. Die in das Gehirn eintretenden Faserzüge der sog. Schlundcommissur treten theils zu den Ganglienlagern der gleichen Hirnhälfte, theils in gekreuztem Verlauf zu solchen der entgegengesetzten Seite. Im Gehirn besteht ein mächtiges Commissurensystem, von welchem Theile seitlich in die mächtigen Augenganglien hineinreichen.

16. Die Ganglienzellenlager sind Verdickungen des oberflächlichen Belages. Innere Ganglienkerne existiren nicht. Die einzellige Ganglienformation des hutförmigen Hinterlappens entspricht dem pilzhutförmigen Gebilde am Gehirn der höheren Krebse und Insecten.

17. Die Opticusfasern des Seitenauges und des Scheitelauges verlaufen in nahezu rechtwinklig gekreuzten Ebenen.

18. Jedes Auge ist von einer festen Hüllhaut, der Fortsetzung der äussern Nervenscheide des Gehirns, umlagert, welche sich auch über die Vorderfläche hinüberschlägt und vor jedem Complex von zwei Krystallkegelzellen zwischen deren rundlichen Kernblasen zwei flache ovale Kerne enthält.

19. Die cuticulare Cornea wird nicht von den Krystallkegelzellen, sondern von einem besondern, von jenen durch die Augenscheide getrennten Hypodermisbelag abgeschieden und bei der Häutung erneuert.

20. Das Auge nimmt mit dem Wachsthum des Leibes durch Bildung neuer peripherischer Elemente continuirlich an Umfang zu.

21. Der auf die Krystallkegelform gegründete Einwurf gegen die Möglichkeit des musivischen Sehens ist durchaus hinfällig.

22. Am Ovarium findet sich ein besonderes Keimlager. Der knieförmig gebogene Endabschnitt des Oviductes endet sackförmig erweitert mit einer Samentasche.

Literatur über Phronimiden.

1. P. Forskâl, Descriptiones animalium in itinere orientali observ. Havniae 1775. (Cancer sedentarius.)
2. P. A. Latreille, Hist. nat. des Crustacés Tom. III. 1803.
3. Risso, Histoire des Crustacés des environs de Nice. Paris 1816.
4. Guérin Méneville, Iconographie du règne animal etc. Crustacés, sowie Magazin de Zoologie VII. 1836.
5. Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacés Tom. III. Paris 1840.
6. Dana, The Crustacea of the United states exploring expedition etc. Philadelphia 1852 und 1854.
7. Ag. Pagenstecher, Phronima sedentaria. Archiv für Naturg. Tom. XXVII. 1861.
8. C. Spence Bate, Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the Museum. London 1862.
9. C. Spence Bate and Westwood, A. history of the British Sessile Eyed Crustacea. Tom. I 1863. Tom. II 1863.
10. C. Claus, Bemerkungen über Phronima sedentaria Forsk. und elongata nov. sp. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Tom. XII. 1862.
11. Derselbe, Ueber Phronima elongata Cls. Würzburger naturw. Zeitschr. Tom. III. 1862.
12. Derselbe, Zur Naturgeschichte der Phronima sedentaria Forsk. Zeitschr. für wissensch. Zool. Tom. XXII. 1872.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. *Phronimopsis Zoëa*, Weibchen von 3 Mm. Länge in seitlicher Lage. 2. Gp Scheere des zweiten Gnathopodenpaares, K Kiemenanhang, A' vordere Antenne, A'' Grundglied des zweiten Antennenpaares, mit Stachel und Zapfen für die Ausmündung der Antennendrüse, Ao' Kopfaorta, Ao'' Abdominale Aorta, C Herz mit 3 Spaltenpaaren.

Fig. 2. Scheere des zweiten Gnathopodenpaares, stark vergrößert.

Fig. 3. Die Kopfgliedmassen des Männchens in seitlicher Lage, stark vergrößert. Dr Antennendrüse mit ihrem Ausführungsgang am Zapfen des Grundgliedes. MdT Mandibeltaster, OL Oberlippe, M'x Vorderes Kieferpaar.

Fig. 4. *Paraphronima gracilis*, Weibchen von 7½ Mm. Länge, unter mässig starker Lupenvergrößerung, in seitlicher Lage, Bl Brutlamellen (Atl. Ocean).

Fig. 5. Die viergliedrige vordere Antenne desselben.

Fig. 6. *Paraphronima crassipes*, junges Männchen von 5½ Mm. Körperlänge, unter starker Lupenvergrößerung (Atl. Ocean).

Fig. 7. Der auf den Schenkel folgende Abschnitt des vorderen Gnathopoden- (4) viertes, (5) fünftes, Glied = Carpus.

Fig. 8. Der gleiche Abschnitt des zweiten Gnathopoden.

Fig. 9. Die drei Endglieder des siebenten Beinpaars mit einer Reihe von Drüsenzellen im Carpus.

Taf. II.

Fig. 10. *Paraphronima crassipes*, Weibchen, 7—8 Mm lang, von Messina, Os Ostium am Herzen, Ov Ovarium. An den drei Arterienpaaren Ar sieht man die Klappen.

Fig. 11. *Phronima sedentaria*, Weibchen. Grosses Exemplar, unter starker Lupenvergrößerung, mit dem Drüsenapparat Dr in Mundwerkzeugen und Brustbeinen, Ma Magen, Ov Ovarium, Ovd Oviduct, SchFl Scheitelfläche, FrFl Frontalfläche.

Fig. 12. Rudiment der hintern Antenne eines *Phronima*-Weibchen, mit der gewundenen Drüse, circa 350fach vergrößert, P Porus derselben, BIR Blutraum, Zm Matrixzellen.

Fig. 13. Drüsengruppe im Carpus des fünften Beinpaars einer jungen *Phronima*, unter gleich starker Vergrößerung.

Fig. 14. Carpus der männlichen *Phronima*, mit den Drüsengruppen Dr. Ind Index, mit doppelten Ausführungsröhrchen.

Fig. 15. Die gleichen Drüsengruppen im Carpus des fünften Beinpaars der männlichen *Phronimella elongata*.

Taf. III.

Fig. 16. Das System der verzweigten cuticularen Röhrrchen, welche aus den Drüsenzellen in den Ausführungsgang führen, Pikrocarmin-Präparat aus dem Carpus einer weiblichen Phronima, Nu Kern der Zelle. Ag Ausführungsgang Hartnack, Syst. VIII, Oc. 3.

Fig. 17. Rosettenförmige Drüsengruppen der Speicheldrüse von Phronima. Hartnack, Syst. VII, Oc. 3.

Fig. 18. Maxille des ersten Paares mit der Kieferdrüse KDr und deren Ausführungsgängen Ag. Hartnack, Syst. V, Oc. 3.

Fig. 19. Maxillar-Fusspaar mit der eingelagerten Drüse MfDr und deren Ausführungsgängen, von denen zwei in den unpaaren Lobus eintreten und an der Spitze desselben ausmünden, die übrigen bündelweise in den Aussenladen Le verlaufen.

Fig. 20. Kopf einer weiblichen Phronima, von der Stirnfläche aus betrachtet. Le', Le'' die beiden dorsalen Leberschläuche des Magendarms, an dessen Ventralfläche die Chitinplatten ChP des Vormagens sich erheben. A' Antenne des ersten Paares mit dem vom Gehirnlappen abgehenden Antennennerven, O' Seitenauge, O'' Scheitellauge, A''Dr Antennendrüse, SpDr Speicheldrüse oberhalb und zu den Seiten des hintern Schlundabschnitts. Man sieht den vordern, höhern, aber etwas engen Abschnitt des Oesophagus durch seitliche Muskeln (Dilatoren) an der Kopf- wand befestigt. Mls Oberer Längsmuskel des Magendarms, Md Mandibeln, Mx' Maxillen des ersten Paares. Hartnack, Syst. IV, Oc. 3.

Fig. 21. Vorraum des Mundes mit der verticalen Mundspalte Msp, dem als Unterlippe fungirenden Paragnathenpaar Pg, vordern Dilator der Mundhöhle (Mda) und den zwei vorspringenden Papillen (H) am obern Winkel der Mundspalte, Chp Chitinplatte. Hartnack, Syst. IV, Oc. 3, e. T.

Taf. IV.

Fig. 22. Mundhöhle, Schlundkopf und Oesophagealrohr von Phronima in seitlicher Lage, Hp zungenförmiges Läppchen (Hypopharynx) an der Innenseite der Querbrücke zwischen beiden Paragnathen Pg, P Papillen am obern Ende der langen geschlossenen Mundspalte, Mda vorderer Dilator der Mundhöhle, Mph Pharyngealmuskeln, Pd Dorsalfortsatz des Chitinskelets am Ende der Mundhöhle, an welchem sich die zwei schiefen Retractoren (Mor) inseriren, Mph seitliche Pharyngealmuskeln, Mdph dorsale Pharyngealmuskeln, Mvph, ventrale Pharyngealmuskeln, Mop hinterer schiefer Muskel oder Retractor des Pharynx.

Fig. 23. Wandung des Mundatriums von Phronima in seitlicher Lage, von der linken Seite betrachtet. OL Oberlippe, Md Mandibel, SP absteigende bezahnte Seitenplatte derselben, ZP Zahnplatte der linken Mandibel, Pg Paragnathen, Po Porus der Antennendrüse.

Fig. 24. Chitinskelet des gesammten Schlundes und vordern Abschnitts des Vormagens zum Theil schräg, von der Ventralseite dargestellt, etwa 90fach vergrößert. Msp Mundspalte, OL Oberlippe, Md Mandibel, SP Seitenplatte derselben, Hp Hypopharynx mit seinem Chitinskelet, Cr Crista am Chitinskelet der Mundhöhle zur Befestigung des vordern Dilators (Mda), Pd Dorsalfortsatz zur Insertion des Retractors der Mundhöhle (Mor), Ph Chitinskelet des Schlundkopfs, Sr Schlundröhre oder Oesophagus, am Eingang in den Vormagen quer gefaltet, Tua vorderes Höckerpaar des Magenskelets zum Ansatz der langen Vorzieher des Magens (Mla) Tup hinteres Höckerpaar zur Insertion der langen Retractoren.

Fig. 25. Mundhöhle und Schlund von Phronima, in seitlicher Ansicht von der rechten äussern Seite dargestellt, mit allen an dieselben sich inserirenden Muskeln,

(Mph, Mlph, Mop, Mda), Mos obere Muskelplatte zur Befestigung der Dorsalwand der Mundhöhle am Kopffintegument, wie in Fig. 22, Mor schiefer Retractor der Mundhöhle, Md die beiden hintern Dilatoren derselben, Mdp hinterer Dilator des Schlundkopfs.

Fig. 26. Die Musculatur der Mundhöhle und des Schlundkopfs von Phronimella, von der Rückenfläche in natürlicher Lage (circa 100fach vergrössert), SpDr Speicheldrüsen, Ml Muskel der Oberlippe. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 22 und 25.

Fig. 27. Schlundmagen im Innern des Magendarms von Phronima, von der linken Seite betrachtet. DrM Wandung des Magendarms, Dd Anfang des Dünndarms, Df Dorsalfalte des Vormagens, welche zu einer schaufelähnlich gebogenen, zungenförmigen Platte ZP mit breiter, langgestreckter Oeffnung wird, VT Ventraltaschen, L ventraler Leberschlauch, L' dorsaler Leberschlauch.

Fig. 28. Das Chitinskelet des Vormagens, stärker vergrössert. lVT linke Ventraltasche, rVT Ventraltasche der rechten Seite, a Rand der äussern Wand (Falte), b freier Rand der innern (medialen) Wand (Falte), B Ausbuchtung derselben, auf welche der kammförmige Besatz KB am basalen Abschnitt derselben folgt, a' b' die entsprechenden Falten der rechten Tasche.

Fig. 29 Ein Stück des kammförmigen Besatzes dieser Platte. B Bucht am Ende desselben. Hartnack, Syst. XIII, Oc. 3.

Taf. V.

Fig. 30. Magendarm im Zusammenhang mit dem Vormagen (Schlundmagen) und dessen Musculatur, etwas schräg von der Rückenfläche aus gesehen. Die Decke des Magendarms ist nicht vollständig dargestellt worden, so dass man in das Lumen desselben sieht. Mls Hinteres Längsmuskelpaar des Vormagens, Mla Vorderes Längsmuskelpaar desselben, Ml seitlicher Muskel, Mdoe Dilator der Schlundröhre, Mtr, ventraler Quermuskel des Vormagens, Gioe Ganglion infraoesophageum, N Nervenstämmе für die beiden Gnathopodenpaare, L, L', ZP, VT wie in den früheren Figuren, circa 80fache Vergrösserung.

Fig. 31. Cuticularbekleidung des Vormagens nebst Matrixepithel, a dieselbe von der zungenförmigen Faltenplatte (ZP) in Flächensicht, an der einen Hälfte mit dem unterliegenden Epithel, b optischer Längsschnitt vom Rande der zungenförmigen Faltenplatte, c Cuticula dieser Region mit den zahlreichen Höckerchen der sechsseitigen, den unterliegenden Matrixzellen entsprechenden Felder, in Flächensicht, d Zahubesatz der Cuticula an der äussern Falte der ventralen Vormagentasche. Hartnack, Syst. IX. Oc. 3 e. T.

Fig. 32. Cylinderzellen des Magendarms und dessen Leberschläuchen mit ihrem dicken, streifigen Grenzsaum und unterliegenden Vacuolen. Hartnack, Syst. IX, Oc. 3.

Fig. 33. Ein Stück Darmwand mit dem platten grosszelligen Epithel, der Tunica propria, Ringmuskelnbändern und äusserer Bindegewebsschicht, Nu spindelförmiger Kern in derselben.

Fig. 34. Querschnitt durch den Schlund und dessen Umgebung in der hintern Region der Mundhöhle. BIR Blnräume unterhalb und zu den Seiten des Schlundes. SpDr Kranz von Speicheldrüsenzellen. Hartnack, Syst. V, Oc. 3. e. T.

Fig. 35. Querschnitt durch die vordere Region des Schlundkopfs, etwas stärker vergrössert. Man sieht die dicke Cuticularbekleidung und ihr mächtiges Matrixepithel. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 25 und 34.

Fig. 36. Senkrechter Querschnitt durch den Vormagen und dessen Umgebung, in der Region des ventralen Quermuskels Mtr. Ao' Aorta über der freiliegenden

Decke des Vormagens, VT Ventraltaschen desselben, L, L', L'' die Leberschläuche mit ihrem Epithel und der etwas abgehobenen Muskelhaut. Die übrigen Buchstaben wie in früheren Figuren.

Fig. 37. Querschnitt in der Region des dritten Brustsegmentes, schwach vergrößert. DM Rückenmuskulatur, M Beinmuskeln im Coxalabschnitt des Segments, G Ganglion, C Herz mit der quer ausgespannten Septallamelle an seiner Ventralseite, Da Darmcanal mit seiner quer ausgespannten Septallamelle, DC dorsaler oder pericardialer Blutcanal, SC seitlicher Blutcanal, VC ventraler Blutcanal, JC interseptaler Blutcanal.

Fig. 38. Querschnitt durch das siebente Brustsegment. N die beiden Längsstämme der Bauchkette, mit dem unteren, die Innenfläche des Integuments bekleidenden Blatt des Darm-Septums, von der Bauchhaut abgerissen, der emporgezogenen Darmwand anliegend, Ao'' Aorta. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 37.

Fig. 39. Querschnitt durch das erste Abdominalsegment. M, Muskeln.

Fig. 40. Die Zellenplatten der Septallamellen. Hartnack, Syst. IX. Oc. 3 e. T.

Taf. VI.

Fig. 41. Muskelhaut vom Ende des Magendarms und vom Anfang des Dünndarms einer sehr jungen Phronima. Mz Muskelzellen der Ringfaserlage, M nu longitudinale Kernreihe der Ringmuskelzellen in der dorsalen Medianlinie des Verdauungs-canal. Hartnack, Syst. IV. Oc. 3. e. T. Mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet.

Fig. 42. Die hintere Partie des Herzens mit dem Anfange der hintern Aorta in seitlich ventraler Lage. Z Plattenzellen der septalen Lamelle an der untern Fläche der Herzwand, Q Querschnitt derselben, Os Linksseitige Spaltöffnung des 3. Ostienpaares, Mnu, Mnu' die beiden Längsreihen der Muskelkerne an der linken und rechten Seite des Herzens, Ao'' hintere Aorta mit ihren beiden Klappenpaaren, Ar'' die Seitenarterien des zweiten Paares mit ihren Klappen am Ursprung, Vnu Kerne derselben, Bnu Kerne von Bindegewebszellen. Vergrößerung wie Fig. 41.

Fig. 43. Stück der Muskelhaut des Herzens einer ausgewachsenen Phronima. DR Dorsale Naht zwischen den Zellenterritorien beider Herzhälften, Bnu Bindegewebskerne, MF Muskelfibrillen, FB longitudinales Faserbündel nahe der dorsalen Raphe, Gz grosse Zelle in demselben, in jedem Kammersegmente der Herzwand wiederkehrend. Hartnack, Syst. VIII. Oc. 3.

Fig. 44. Seitliches Ostium (im 2. Brustsegmente) mit dem zugehörigen Klappenpaare und den umgebenden Muskelfibrillen. Hartnack: Syst. VII. Oc. 3.

Fig. 45. Anfangsstück einer seitlichen Arterie Ar mit der Spaltöffnung und den beiden dieselbe umgrenzenden Klappen.

Fig. 46. Endstück des Herzens in seitlicher Lage mit beiden Klappenpaaren der Aorta. Hartnack, Syst. V. Oc. 3.

Fig. 47. Die beiden Klappenpaare am Herzende von der Rückenfläche aus betrachtet, V Klappen.

Fig. 48. Ein Stück von der Oberfläche des Scheitel Auges nach Entfernung der Krystallkegel. Einstellung auf die Kerne der Krystallkegelzellen Kr nu. Man sieht 7 facettenartig begrenzte Felder (Fa), welche die an die bindegewebige Umhüllungshaut des Auges angehefteten Endabschnitte der hohen, die Krystallkegel bildenden Doppelzellen bezeichnen. B nu die ovalen Kerne der Umhüllungshaut. In der Tiefe das polygonale Epithel der Cuticula, die Matricalzellen (Ma Z) der Haut. Hartnack, Syst. IX. Oc. 3.

Fig. 49. Stück von der Peripherie des Auges im optischen Längsschnitt. Cu Cuticula, MaZ zellige Matrix derselben, Bnu Kerne der bindegewebigen Umhüllungshaut, welche sich auch um die vordere Fläche des Auges herumschlägt und mit den Endflächen der paarweise vereinten Krystallkegelzellen fest verbindet, Kr nu Kerne der letztern (Semper'sche Kerne), Kr Krystallkegel Hartnack, Syst. VII. Oc. 3. Im natürlichen Zustande liegt die Umhüllungshaut der Hypodermis dicht an. In dem Präparat war sie in weitem Abstand abgehoben.

Fig. 50. Ein 2gliedriger Krystallkegel mit den zugehörigen Zellen, deren Vorderfläche an der bindegewebigen Hüllhaut haftet. Die Membran der Doppelzelle umschliesst ein helles feinkörniges Protoplasma im Umkreis der beiden runden Kerne und verliert sich am Grunde des angeschwollenen Endabschnitts, da wo der fadenförmige Theil des Krystallkegels beginnt. Hartnack, Syst. VIII. Oc. 3.

Fig. 51. Krystallkegelgruppe mit der geronnenen feinkörnigen Zwischen substanz (Gr) aus der Peripherie des Auges. Hartnack, Syst. V. Oc. 3.

Fig. 52. Blutzellen von Phronima (Weingeistexemplar mit Osmiumcarminbehandlung). Hartnack, Syst. VIII. Oc. 3.

Fig. 53. Unteres Schlundganglion mit dem Schlundring von Phronima, von der Ventralseite dargestellt, schwach vergrößert. NGn Nerven für die beiden Gnathopodenpaare, SC Schlundcommissur, Nmd Nerven der Mundtheile, NA' Nerv der zweiten Antenne, NA' Nerv der vordern Antenne am Vorderende des primären Gehirnabschnitts austretend.

Taf. VII.

Fig. 54. Doppelganglion des vierten Brustsegmentes einer weiblichen Phronima, von der Banchseite dargestellt. Hartnack, Syst. V. Oc. 3. Mit Hilfe der Camera sind sämtliche Zellen des Rindenbelages naturgetreu eingezeichnet. Rz die vereinzelt Riesenzellen der seitlichen Ganglienlager, Bnu Nuclei, welche zur Nervenscheide gehören.

Fig. 55. Dasselbe bei tieferer Einstellung im optischen Durchschnitt, schwächer vergrößert, VGl vorderes seitliches Ganglienlager, HGl hinteres seitliches Ganglienlager, MGl mediales Ganglienlager. Man sieht die vordern und hintern Systeme gekreuzter Fasern, sowie die seitlich umbiegenden Fasern der Riesenzellen (Rz) in die seitlichen Nervenstämmen (SN) eintreten, LN die Längscolumnen der Längscommissuren, deren Fasern zum kleinen Theile in die Seitennerven der gleichen Seite einbiegen, zum grössten Theile dorsalwärts über das Ganglion hinziehen.

Fig. 56. Nervenzellen des Ganglienbelags. a multipolare, b bipolare Zellen. Hartnack, Syst. VIII. Oc. 3.

Fig. 57. Eine Riesenganglienzelle aus einem der seitlichen Ganglienlager. Hartnack, Syst. VIII. Oc. 3. e. T.

Fig. 58. Gehirn und Augenganglien in übersichtlicher Darstellung von der obern oder frontalen Fläche aus betrachtet, bezüglich der Marklager und Faserzüge im optischen Durchschnitte dargestellt. VA vordere, HA hintere Anschwellung des primären Gehirnabschnitts oder Stammganglions, Ag Augenganglion, VMI vordere Marklager, HMI hintere Marklager oder Marklager des hutförmigen Hinterlappens, dessen Spitze mittelst eines Ligaments Li' an der Haut befestigt ist. Von den Commissurensystemen sieht man den innern und untern Balken, sowie die gekreuzten Faserbündel GFb, I seitliche Incisur zwischen der vordern oder Antennenanschwellung und dem Augenganglion, A'N Nerv der vordern Antennen, IMI inneres, AMI äusseres Marklager des Augenganglions, SMI seitliches Marklager mit dem anliegenden Grenzganglienlager Gg, Opt' Opticus des Seitenauges O' mit der zugehörigen Retina R'

nebst Nervenstabschicht NSt', O'' Aufliegender Scheitelauge mittelst ligamentösen Bandes Li'' vorn an der Stirnfläche befestigt, NSt'' die zugehörige Stäbchenlage, Gioe Ganglion infraoesophageum.

Fig. 59. Vorderfläche des Gehirns nach Entfernung des Ganglienbelages, die linke Hälfte bei tieferer Einstellung im optischen Querschnitt. Sc Eintrittsstelle des Fasersystems der Schlundcommissur, AFz oberflächlich aufsteigende Faserzüge desselben, GFb das gekreuzte Faserbündel, HFz schlingenförmig umbiegende Faserzüge, welche in das hintere Marklager ziehen, SFz seitlicher Nebenzweig für das seitliche Marklager, MFb mediales Faserbündel, welches nach Durchsetzung des Centralkörpers Ck in das kleine hintere mediale Marklager eintritt, VMI Marklager der Antennenanschwellung, JB' obere oder dorsale Fasermasse des inneren Balkens, JB'' tiefere Faserschicht desselben, von jener durch den Centralkörper getrennt. Hartnack, Syst. VI. Oc. 3.

Fig. 60. Sagittalschnitt in der Richtung des vordern und hintern Marklagers. HB Querschnitte von Fasern des hintern Balkens, Cr Strahlenkrone der nach dem Rindenbelage ausstrahlenden Fasern des hintern Marklagers, HL Hinterlappen, Bnu Bindesubstanzkerne. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 59.

Fig. 61. Sagittalschnitt etwas schräg durch die Mitte des Gehirns, GGz'' Gruppe grosser Ganglienzellen an der innern Grenze des Hinterlappens, GFb Ende des gekreuzten Faserbündels, Ca Commissur zwischen den vordern Anschwellungen. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 59.

Taf. VIII.

Fig. 62. Gehirn und Augenganglion einer weiblichen Phronima von mittlerer Grösse. Die rechtsseitige Hälfte ist bei oberflächlicher Einstellung der obern (frontalen) Fläche nach Durchschneidung der Opticusfasern des Scheitelanges, die linksseitige bei tiefer, der untern Fläche genäherten Einstellung dargestellt, AN Antennennerv mit Seitenzweig, FrN für das Frontalorgan (?), VMI vorderes Marklager, aus welcher der Nerv entspringt, GGz', GGz'', GGz''' die erste, zweite und vierte Gruppe grosser Ganglienzellen. Die dritte Gruppe ist nicht dargestellt, dagegen tritt an der entsprechenden Stelle der mittlere Abschnitt des basalen Balkens HB hervor. HL hutförmiger Hinterlappen, Gz Gl (Gg) Grenzganglienlager, VFz verbindende Faserzüge an der Oberfläche, Opt Opticus des Seitenauges, DFz durchbohrende Faserzüge im innern Marklager, Sfb schleifenförmiges Faserbündel an der Medialseite desselben, GFb gekreuztes Faserbündel, MMI mediales Marklager hinter der tiefern Abtheilung des innern Balkens, vor welcher der Centralkörper mit gekreuzten Faserzügen sichtbar ist.

Fig. 63. Verticaler Querschnitt durch den rechtseitigen Theil von Gehirn und Auge, rechtwinklig zur Richtung der Scheitelmundachse des Kopfes geführt. Bnu Bindegewebskerne in der äussern vom Gehirn und Augenganglion weit abgehobenen Nervenscheide BSch, SM seitliches Marklager, Bnu' die kleinen Kerne der interstitiellen Bindesubstanz von Gehirn und Retina, R', R'' ganglionärer Theil der Retina des seitlichen und Scheitelanges, Opt', Opt'' Opticusfasern beider Augen, NSt Nervenstäbe im Längsschnitt, StM Stäbchenmosaik im Querschnitt, Fb Faserbänder an der Innenseite der Bindewebshülle des Scheitelanges, Gof gekreuztes Fasersystem in dem winkligen Raum an der obern Fläche beider Marklager (IMI, AMI), DFz durchbohrende Faserzüge.

Fig. 64. Sagittaler Längsschnitt durch den Retina- und Stäbchentheil des Scheitelanges. GzR Ganglienzellen der Retina. Die übrigen Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 63.

Fig. 65. Querschnitt durch die Stäbchenmosaik des Scheitelauges. Hartnack, Syst. VIII. Oc. 3.

Fig. 66. Gregarine aus der Wandung des Magendarms von Phronima.

Fig. 67. Ovarium von Phronima etwa 120fach vergrößert. Ep Epithel, Ovz Eierzellen, Kl Keimlager, Ovd Oviduct.

Fig. 68. Dasselbe aus dem Körper eines Embryos.

Fig. 69. Oviduct einer Phronima mit dem blasenförmig erweiterten, wahrscheinlich als Receptaculum fungirenden Endabschnitt (Rc), Li ligamentöse Verlängerung der Wand.

Fig. 70. Hoden und Samenleiter eines noch jugendlichen Männchens, Ep Epithel des Samenleiters, Kl Keimlager des Hodens, Spb Spermatoblasten, Sp'' in der Entwicklung begriffene Samenzellen, welche den Satz zu einer neuen Spermatophore bilden, Sp' die im Samenleiter gelegene, früher entstandene Spermatophore in fast fertigem Zustande.

Die Zeichnungen zu den Figuren 41, 42, 54, 63 und 70 wurden von Herrn Dr. C. Grob ben ausgeführt.

